



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA
DE MINAS Y ENERGÍA



Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS DE LA IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS HOSPITALES

**Analysis of the importance of energy efficiency in
hospitals**

Para acceder al título de:

Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos

Autora: Carla Gómez Cerdeiro

Directora: Raquel Martínez Torre

Convocatoria: Junio 2021





A mi madre y a mi padre, por apoyarme incondicionalmente y por confiar siempre en mí. Por el cariño, la comprensión y la paciencia. Por serenarme tantas y tantas veces. Por demostrarme que, en la vida, el trabajo, la constancia y el buen hacer siempre merecen la pena. Por todo eso que nadie ve, y que tiene un valor incalculable. Por enseñarme que la vida es mucho más. Por ser faro y ancla al mismo tiempo. Y porque, gracias a su esfuerzo, he podido llegar hasta aquí.

A mi hermana, Estefa, ejemplo de trabajadora nata. Por contar siempre conmigo, por cuidarme tanto y tan bien. Porque somos como un pack indivisible, como el sol y la luna, hasta el fin del mundo.

A mi familia, por el cariño en la distancia.

Y a los que faltan, esto también es por vosotros.

A mis amigos y amigas, a los de siempre y a los que han llegado en estos últimos años, por ser compañeros de aventuras, pero también de vida.

A quien ayudó a sembrar los “brotes verdes”, por ser una pieza clave.

A mi tutora, Raquel, por haber dirigido y apoyado este trabajo.

Y a todas esas personas bonitas que, de una forma u otra, han invertido su tiempo en mí, aportando su granito de arena para que el largo camino que he tenido que recorrer (para llegar hasta aquí) haya sido más ameno y haya tenido un mejor resultado.

Me siento enormemente afortunada y agradecida.

Le dais sentido a la vida.

De corazón,

GRACIAS.



RESUMEN

El cambio climático es una realidad innegable, motivo por el cual cada vez son más los países que están trabajando en el desarrollo de políticas y estrategias que ayudan a combatir de manera conjunta este grave problema. Una de las causas directamente relacionadas con esta situación es el aumento exponencial que está sufriendo el consumo de energía a nivel mundial. Cada día que pasa consumimos más energía, somos completamente dependientes de este elemento y así ha sido demostrado con la llegada de la pandemia provocada por la COVID – 19.

El sector sanitario es el tercer sector que más energía consume en la distribución por sectores. Son servicios que funcionan ininterrumpidamente y, por lo tanto, son grandes demandantes de energía.

En el presente trabajo se pondrá de manifiesto la necesidad de invertir en la mejora del rendimiento energético de los edificios que conforman este sector tan importante, el cual tiene un gran margen de mejora, y que puede resultar en importantes beneficios a nivel energético, económico y sanitario.

Algunas de estas mejoras se verán de forma descriptiva, analizando las ventajas e inconvenientes de cada una. De igual manera, se tratará una aproximación a un caso práctico simulado con un software especializado en certificaciones energéticas, que reflejará la complejidad que conlleva el manejo de datos de una magnitud como esta.

Se verá la evolución funcional que ha sufrido la tipología hospitalaria y se comprobará que la eficiencia energética lleva jugando un importante papel desde hace siglos.

Asimismo, se podrá comprobar cómo muchos de los conceptos adquiridos en aquellos años siguen estando presentes hoy en día, como es el caso de la flexibilidad del edificio. Flexibilidad que se demostró primordial en la gestión hospitalaria de la pandemia.

Finalmente, se abordarán algunos datos de la incidencia del coronavirus tanto a nivel energético como sanitario y se establecerán unas posibles futuras líneas de investigación que a este tema respectan.

PALABRAS CLAVE: energía, eficiencia energética, consumo energético, emisiones de CO₂, hospital, COVID – 19

ABSTRACT

Climate change is an undeniable reality, this is the reason the number of countries are working on developing policies and strategies that help to jointly fight this severe problem is increasing. One of the causes that is directly related to this situation is the exponential increase in energy consumption. Each day, we consume more energy, we are completely dependent on this element and this has been shown with the arrival of the pandemic caused by COVID – 19.

The health sector ranks third amongst the most energy-consuming sectors. They are services that operate without interruption and, therefore, they are highly energy demanding.

In the present work, the need to invest in improving the energy performance in the buildings within this very important sector will be highlighted, which has a great margin for improvement, and which can result in significant benefits at the energy, economic and health.

Some of these improvements will be seen in a descriptive way, analyzing the advantages and disadvantages of each one. In the same way, an approach to a simulated practical case using a specialized software in energy certifications will be treated, which will reflect the complexity involved in handling data of a magnitude like this.

The functional evolution that the hospital typology has undergone will be seen and it will be verified that energy efficiency has played an important role for centuries.

In addition, it will be possible to see how many of the concepts acquired in those years are still present today, such as the flexibility of the building. Flexibility that proved essential in the hospital management of the pandemic.

Finally, some data on the incidence of the coronavirus will be addressed both at the energy and health level and possible future lines of research will be established regarding this issue.

KEY WORDS: energy, energy efficiency, energy consumption, CO2 emissions, hospital, COVID – 19



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	18
3. PROCESO DE TRABAJO	20
4. LIMITACIONES	21
5. ESTADO DEL ARTE	22
5.1. ANTECEDENTES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA	22
5.2. SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN ESPAÑA	24
5.3. MARCO ENERGÉTICO INTERNACIONAL	28
5.3.1. Protocolo de Kioto	28
5.3.2. Acuerdo de París	28
5.3.3. Pacto Verde Europeo	29
5.3.4. Marco Legislativo 2030. Paquete de invierno	30
5.3.5. Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible	31
5.3.5.1. Respuesta frente a la COVID – 19	32
5.4. MARCO ENERGÉTICO NACIONAL	33
5.4.1. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030	33
5.4.2. Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo	35
5.4.3. Ley de Cambio Climático y Transición Energética	36
5.4.4. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021 – 2030	37
5.4.5. Estrategia de Transición Justa	37
5.4.6. Estrategia contra la Pobreza Energética 2019 – 2024	38
5.4.7. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia	39
5.5. EVOLUCIÓN FUNCIONAL Y TIPOLOGÍA DE LOS CENTROS HOSPITALARIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA	44
5.6. EFICIENCIA ENERGÉTICA. ¿QUÉ ES?	53
5.7. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA	54
5.7.1. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)	54
5.7.2. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)	55
5.8. AUDITORÍA ENERGÉTICA. DEFINICIÓN Y PROCESO	56
5.9. MARCO LEGAL	57
5.9.1. Directivas europeas	57
5.9.2. Normativa nacional	58
5.10. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN HOSPITALES	58
5.10.1. Certificación BREEAM	59
5.10.1.1. Hospital Universitario Infanta Sofía	61
5.10.1.2. Hospital Álvaro Cunqueiro	62
5.10.2. Certificación LEED	63
5.10.2.1. Hospital Fraternidad-Muprespa Habana	65
5.10.3. Certificación VERDE	66
5.10.4. Otras certificaciones	67
5.11. PROYECTO LIFE SMART HOSPITAL	67
6. METODOLOGÍA	69

6.1.	SOBRE CE3X, PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	69
6.2.	CASO PRÁCTICO DE ESTUDIO: HOSPITAL DE NAVARRA	70
6.2.1.	Contexto general del hospital	70
6.2.2.	Análisis de las instalaciones	73
6.2.2.1.	Producción de energía eléctrica	74
6.2.2.2.	Sistemas de climatización	75
6.2.2.3.	Sistema de cogeneración	79
6.2.2.4.	Agua caliente sanitaria (ACS)	80
6.2.3.	Análisis energético	80
6.2.3.1.	Consumo de energía eléctrica	81
6.2.3.2.	Consumo de energía térmica	85
6.2.3.3.	Consumo de agua fría	88
6.2.3.4.	Estimación de las emisiones de CO ₂	90
6.2.3.5.	Balance energético por áreas de consumo	92
6.2.4.	Simulación con CE3X del Pabellón A	93
6.2.4.1.	Introducción de datos	94
6.2.4.2.	Datos administrativos	95
6.2.4.3.	Datos generales	95
6.2.4.4.	Envolverte térmica	97
6.2.4.5.	Suelo	97
6.2.4.6.	Cubiertas	98
6.2.4.7.	Muros	99
6.2.4.8.	Particiones interiores	100
6.2.4.9.	Huecos o lucernarios	102
6.2.4.10.	Instalaciones	102
6.2.5.	Calificación energética	110
6.2.6.	Comparativa certificación energética original vs. Simulación	111
6.2.7.	Medidas de mejora	113
6.2.8.	Análisis económico	115
6.3.	MEDIDAS DE MEJORA PARA HOSPITALES DE FORMA GENÉRICA	116
6.3.1.	Integración de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE)	116
6.3.2.	Instalación de sistemas de regulación de la iluminación	118
6.3.3.	Sustitución de la iluminación por tecnología LED	119
6.3.4.	Instalación de paneles solares fotovoltaicos para electricidad	121
6.3.5.	Instalación de paneles solares térmicos para ACS	122
6.3.6.	Ajuste del caudal de aire en la ventilación de los quirófanos	124
6.3.7.	Integración de un sistema de trigeneración	126
6.3.8.	Sistema de reutilización del agua de rechazo de la unidad de hemodiálisis	127
6.3.9.	Conexión del hospital a una red de calor de biomasa	128
7.	IMPACTO DE LA COVID – 19	131
7.1.	El virus, la pandemia y algunas cifras	131
7.2.	Situación en los hospitales	134
7.3.	Consecuencias energéticas y hospitalarias	136
8.	CONCLUSIONES	139
9.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	141
10.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	142
11.	ANEXOS	147



11.1. ANEXO I: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ORIGINAL DEL PABELLÓN A PERTENECIENTE AL HOSPITAL DE NAVARRA _____ 147

11.2. ANEXO II: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA SIMULADA DEL PABELLÓN A PERTENECIENTE AL HOSPITAL DE NAVARRA. REALIZADO CON EL SOFTWARE CE3X ____ 157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución del consumo energético por ramas del sector servicios. (Fuente: IDAE)	15
Figura 1.2. Evolución del consumo energético en los años 2018 y 2019 en Navarra, según la tipología del edificio. (Fuente: Gobierno de Navarra)	16
Figura 1.3. Evolución de las emisiones de GEI en los años 2018 y 2019 en Navarra, según la tipología del edificio. (Fuente: Gobierno de Navarra)	16
Figura 5.1. Efecto invernadero y calentamiento global, fruto del cambio climático. (Fuente: www.riovalle.cl)	22
Figura 5.2. Estructura de la generación eléctrica renovable por tecnologías entre 2015 y 2019. (Fuente: REE)	24
Figura 5.3. Aporte porcentual de las energías renovables al balance energético español entre los años 2008 y 2019. (Fuente: elaboración propia, datos de statista.com)	25
Figura 5.4. Estructura de generación eléctrica por tecnologías entre 2015 y 2019. (Fuente: REE)	26
Figura 5.5. Infografía del balance eléctrico nacional entre 2015 y 2019. (Fuente: REE)	26
Figura 5.6. Dependencia energética de España entre 2014 y 2019. (Fuente: Elaboración propia, datos de Eurostats)	27
Figura 5.7. Países según su participación en el Acuerdo de París a 21 de enero de 2021. (Fuente: es.statista.com)	28
Figura 5.8. Pacto Verde Europeo. (Fuente: eur-lex.europa.eu)	29
Figura 5.9. Variación anual PIB España. (Fuente: INE, elaboración propia)	40
Figura 5.10. Líneas directrices del plan. (Fuente: lamoncloa.gob.es)	41
Figura 5.11. Reparto de fondos por eje. (Fuente: Plan de recuperación, transformación y resiliencia, elaboración propia)	42
Figura 5.12. Ruinas de un asclepeion en Kos, Grecia. (Fuente: Wikimedia Commons)	44
Figura 5.13. Reconstrucción del valentudinarium del campamento romano de Vindonissa, en Suiza. (Fuente: LM García, La cirugía en el imperio romano)	45
Figura 5.14. Edificio dedicado a la enfermería en la Abadía de Ourscamp. (Fuente: monestirs.cat)	46
Figura 5.15. Ospedale Maggiore de Milán. (Fuente: Wikimedia Commons)	48
Figura 5.16. Hôtel Dieu después de su reconstrucción. París, 1878. (Fuente: Wikiwand)	49
Figura 5.17. Evolución tipología hospitalaria. (Fuente: Evolución de los edificios hospitalarios. Aproximación a una visión tipológica, Czajkowski, 2000.)	52
Figura 5.18. Evolución demanda electricidad y PIB en España. (Fuente: AleaSoft Energy Forecasting)	54
Figura 5.19. Proceso de auditoría energética. (Fuente: elaboración propia)	56
Figura 5.20. Etiquetas de calificación energética del Hospital Clínico San Carlos de Madrid (izquierda) y del Hospital Universitario de Cruces de Barakaldo (derecha).	59
Figura 5.21. Hospital Universitario Infanta Sofía. (Fuente: breeam.es)	61
Figura 5.22. Hospital Álvaro Cunqueiro. (Fuente: pondio.com)	62
Figura 5.23. Hospital Fraternidad-Muprespa Habana. Cubierta con paneles fotovoltaicos. (Fuente: fraternidad.com)	65
Figura 6.1. Referencia catastral del Hospital de Navarra.	70
Figura 6.2. Plano distributivo del hospital. (Fuente: Navarrabiomed)	71
Figura 6.3. Complejo Hospitalario de Navarra. (Fuente: Diario de noticias de Navarra)	72
Figura 6.4. Temperatura máxima y mínima promedio de Pamplona. (Fuente: weatherspark.com)	73
Figura 6.5. Enfriadoras Carrier 30XA, a la izquierda y Daikin EWAD TZRX, a la derecha. (Fuente: Carrier y Daikin)	77
Figura 6.6. Jenbacher JMS416. (Fuente: Zorg Biogas)	79
Figura 6.7. Distribución del consumo energético por fuente en el año 2019. (Fuente: elaboración propia)	80
Figura 6.8. Evolución del consumo eléctrico en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: Elaboración propia)	81
Figura 6.9. Evolución del consumo eléctrico por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	83
Figura 6.10. Ranking de centros hospitalarios según consumo total por superficie construida. Datos 2020 – 2021. (Fuente: Información energética de Gobierno de Navarra)	83

Figura 6.11. Evolución del consumo eléctrico por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	84
Figura 6.12. Evolución del consumo térmico en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: Elaboración propia)	86
Figura 6.13. Evolución del consumo térmico por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	86
Figura 6.14. Evolución del consumo térmico por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	87
Figura 6.15. Evolución del consumo de agua en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: Elaboración propia)	88
Figura 6.16. Evolución del consumo de agua por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	88
Figura 6.17. Evolución del consumo de agua por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)	89
Figura 6.18. Distribución de las emisiones de CO ₂ por fuentes de energía en el año 2019. (Fuente: elaboración propia)	92
Figura 6.19. Distribución consumos primarios promedio anuales de un hospital tipo. (Fuente: elaboración propia con datos de Celemín et al., 2016)	93
Figura 6.20. Distribución principales componentes del consumo eléctrico en un hospital tipo. (Fuente: elaboración propia con datos de Celemín et al., 2016)	93
Figura 6.21. Pantalla de inicio CE3X.	94
Figura 6.22. Datos administrativos CE3X.	95
Figura 6.23. Datos generales CE3X.	96
Figura 6.24. Envoltente térmica del edificio, suelo.	98
Figura 6.25. Envoltente térmica del edificio, cubiertas.	98
Figura 6.26. Envoltente térmica edificio, muros.	100
Figura 6.27. Envoltente térmica edificio, particiones interiores.	101
Figura 6.28. Envoltente del edificio, huecos o lucernarios.	102
Figura 6.29. Instalaciones del edificio, solo calefacción.	103
Figura 6.30. Instalaciones del edificio, solo refrigeración.	104
Figura 6.31. Instalaciones del edificio, ACS.	105
Figura 6.32. Instalaciones del edificio, equipos de bombeo.	106
Figura 6.33. Instalaciones del edificio, equipos de iluminación.	107
Figura 6.34. Calificación energética obtenida en la simulación.	110
Figura 6.35. Calificación energética original, obtenida con HULC.	111
Figura 6.36. Calificación energética simulada, obtenida con CE3X.	112
Figura 6.37. Calificación energética original, obtenida con HULC. Calificaciones parciales de demanda.	112
Figura 6.38. Calificación energética simulada, obtenida con CE3X. Calificaciones parciales de demanda.	112
Figura 6.39. Calificación energética mejora 1 del certificado original.	114
Figura 6.40. Calificación energética mejora 2 del certificado original.	114
Figura 6.41. Ciclo de mejora continua. (Fuente: ecoinformacion.com)	117
Figura 6.42. Comparativa de luminarias. (Fuente: ovacen)	120
Figura 6.43. Sistema solar fotovoltaico en la cubierta del Hospital de Mollet. (Fuente: energias-renovables.com)	122
Figura 6.44. Esquema de funcionamiento instalación térmica de circulación forzada. (Fuente: ingemecanica)	123
Figura 7.1. Datos de la incidencia del coronavirus en España por grupos de edad. (Fuente: Clara Rodríguez, vozpopuli.com)	132
Figura 7.2. Evolución casos diarios de coronavirus en España. Datos actualizados el 7 de junio de 2021 (Fuente: epdata.es)	133
Figura 7.3. Evolución defunciones diarias por coronavirus en España. Datos actualizados el 7 de junio de 2021. (Fuente: epdata.es)	133



Figura 7.4. Evolución hospitalizaciones con COVID-19, media 14 días por cada 100.000 habitantes, por franja de edad en España. (Fuente: DatosRTVE, ISCIII)	134
Figura 7.5. Evolución ingresos con COVID-19, media 14 días por cada 100.000 habitantes, por franja de edad en España. (Fuente: DatosRTVE, ISCIII)	135
Figura 7.6. UCI COVID del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. (Fuente: eldiariocantabria)	135
Figura 7.7. Comparativa de la demanda diaria de electricidad entre el 24 de febrero y el 30 de abril en los años 2019 y 2020. (Fuente: [46])	137
Figura 7.8. Curva de carga diaria durante 3 lunes. (Fuente: [46])	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Objetivos de reducción de indicadores de pobreza energética. (Fuente: Elaboración propia.)	39
Tabla 5.2. Resumen de las diferentes estrategias. (Fuente: Elaboración propia)	43
Tabla 6.1. Centros de transformación. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)	74
Tabla 6.2. Grupos electrógenos. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)	74
Tabla 6.3. Enfriadoras. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)	76
Tabla 6.4. Calderas. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)	78
Tabla 6.5. Horarios tarifa 6.1A en la Península. (Fuente: elaboración propia)	82
Tabla 6.6. Resumen evolución consumo eléctrico 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)	85
Tabla 6.7. Resumen evolución consumo térmico 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)	87
Tabla 6.8. Resumen evolución consumo de agua 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)	89
Tabla 6.9. Factores de conversión de energía final a energía primaria. (Fuente: Extraída del documento Factores de emisión de CO ₂ y coeficientes de paso a energía primaria, 2016)	90
Tabla 6.10. Factores de emisiones de CO ₂ . (Fuente: Extraída del documento Factores de emisión de CO ₂ y coeficientes de paso a energía primaria, 2016)	90
Tabla 6.11. Factores de conversión a energía primaria y emisiones de CO ₂ según fuente de energía. (Fuente: elaboración propia)	91
Tabla 6.12. Consumos de energía del Hospital de Navarra en el año 2019. (Fuente: elaboración propia)	91
Tabla 6.13. Distribución de energía primaria y emisiones de CO ₂ por fuente de energía. (Fuente: elaboración propia)	91
Tabla 6.14. Generadores de calefacción, calderas.	104
Tabla 6.15. Generadores de refrigeración, plantas enfriadoras.	105
Tabla 6.16. Instalación de ACS. (Fuente: elaboración propia)	106
Tabla 6.17. Equipos de bombeo. (Fuente: elaboración propia)	107
Tabla 6.18. Equipos de iluminación. (Fuente: elaboración propia)	108
Tabla 6.19. Valores límite VEEL según CTE-DB-HE3.	109
Tabla 6.20. Ventajas e inconvenientes de la integración de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE). (Fuente: elaboración propia)	118
Tabla 6.21. Ventajas e inconvenientes de la instalación de sistemas de regulación de la iluminación. (Fuente: elaboración propia)	119
Tabla 6.22. Ventajas e inconvenientes de la sustitución de la iluminación por tecnología LED. (Fuente: elaboración propia)	121
Tabla 6.23. Ventajas e inconvenientes de una instalación solar fotovoltaica. (Fuente: elaboración propia)	122
Tabla 6.24. Ventajas e inconvenientes de la instalación de paneles solares térmicos para ACS. (Fuente: elaboración propia)	124
Tabla 6.25. Ahorros energéticos y económicos en cada escenario. (Fuente: [40])	125
Tabla 6.26. Ventajas e inconvenientes del ajuste del caudal de aire en la ventilación de los quirófanos. (Fuente: elaboración propia)	125
Tabla 6.27. Ventajas e inconvenientes de la integración de un sistema de trigeneración. (Fuente: elaboración propia)	127
Tabla 6.28. Ventajas e inconvenientes de un sistema de reutilización del agua de rechazo de la unidad de hemodiálisis. (Fuente: elaboración propia)	128
Tabla 6.29. Ventajas e inconvenientes de la conexión del hospital a una red de calor de biomasa. (Fuente: elaboración propia)	129
Tabla 7.1. Cifras COVID-19 a fecha 08/06/2021. (Fuente: Ministerio de Sanidad y OMS, elaboración propia)	133

1. INTRODUCCIÓN

El año siempre será recordado como un año fatídico, un año en el que la COVID – 19 cambiaría nuestras vidas por completo.

Directa o indirectamente, a raíz de este suceso, se presentaron algunas ideas que se han ido transformando hasta dar forma a las presentes líneas.

Este trabajo surge de la conjunción de dos conceptos muy claros: la búsqueda de ideas para integrar la sostenibilidad cada vez más presente en la sociedad, y el deseo de querer mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas.

Con un mundo en constante movimiento, y una sociedad que no deja de crecer a pasos agigantados, el consumo de energía también incrementa a su vez.

La energía es un bien primordial para la vida y el desarrollo humano. Es partícipe de todos los sectores que conforman la sociedad, en algunos en mayor medida que en otros. Pero si hay algo que está muy claro es que en todos ellos poseen la capacidad de adoptar una serie de medidas que les permita realizar sus respectivas actividades con un consumo energético menor. Si dichas actividades se llevaran a cabo de manera más eficiente, no solo se reduciría el consumo de energía, sino que junto a ello se observaría una clara reducción de los costes y, por supuesto, de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Distribución consumo energético por ramas del sector servicios año 2018

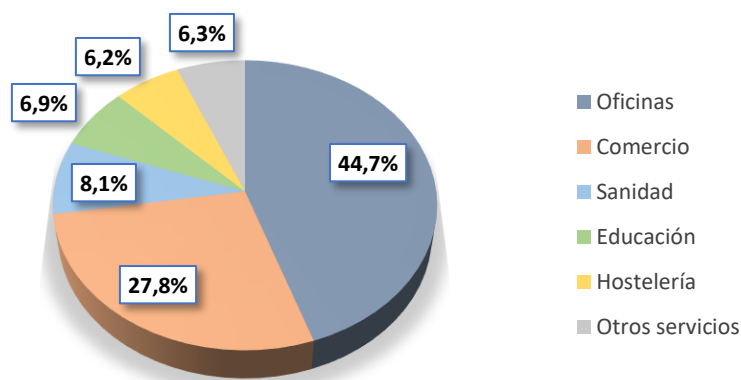


Figura 1.1. Distribución del consumo energético por ramas del sector servicios. (Fuente: IDAE)

En la Figura 1.1, que describe la estructura que tenía el consumo energético por ramas del sector servicios en el año 2018, se aprecia un claro predominio de las oficinas con un 44,7% seguido del comercio con un 27,8%. Lo más remarcable y que tiene especial interés para este trabajo, es la posición que ocupa la sanidad. Con un 8,1% del consumo energético total, ocupa la tercera posición delante de otros sectores como la hostelería o la educación.

Cuidar y gestionar de manera eficiente el gasto energético en este tipo de edificios podría tener un impacto muy positivo en el consumo global de un país.

Con el objetivo de dar unas pequeñas pinceladas a modo de introducción del tema que se va a tratar, a continuación, se muestra en la Figura 1.2 el consumo energético facturado por el Gobierno de Navarra en los años 2018 y 2019 en función de la tipología de edificio.

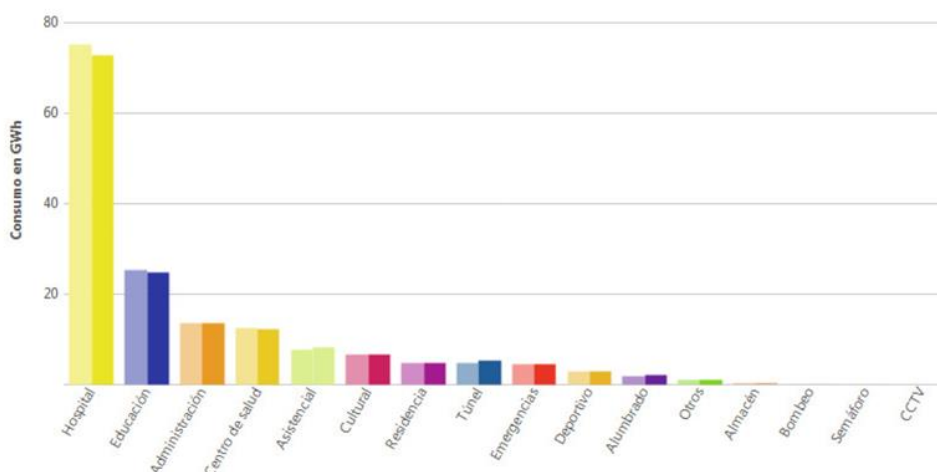


Figura 1.2. Evolución del consumo energético en los años 2018 y 2019 en Navarra, según la tipología del edificio. (Fuente: Gobierno de Navarra)

En ella se observa que el hospital es la tipología con los equipamientos que mayor peso tienen en el consumo total de la región con casi 73 GWh, lo que supone aproximadamente el 46%.

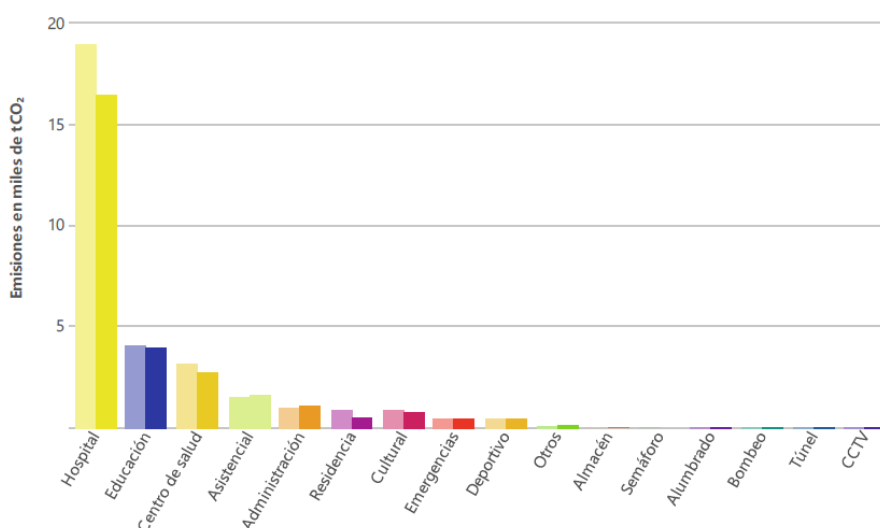


Figura 1.3. Evolución de las emisiones de GEI en los años 2018 y 2019 en Navarra, según la tipología del edificio. (Fuente: Gobierno de Navarra)

Respecto a las emisiones de GEI, en la Figura 1.3, de nuevo se aprecia el predominio del sector hospitalario, en este caso la cifra asciende hasta los 28.321 tnCO₂, que supone un 58% del total.

Para comprender la magnitud que puede llegar a adquirir la necesidad de optimizar la eficiencia energética en los hospitales, así como los números que estos manejan -energéticamente hablando- es necesario conocer primero el contexto histórico y político que a este tema concierne.

Con el avance imparable del cambio climático, la concienciación junto con la puesta en acción mediante la aplicación de medidas de ahorro energético se torna fundamental. Es algo imprescindible si se quiere proteger y conservar en el mejor estado posible todo aquello que nos rodea al igual que mantener una calidad de vida saludable y adecuada. Para ello ha de disponerse de los medios y herramientas más adecuadas y precisas, dado que la complejidad que pueden llegar a adquirir estas estrategias es muy elevada tal y como se comprobará posteriormente.

Controlar el consumo energético no es tan fácil como puede parecer, en este proceso interfieren diversos factores, tanto técnicos, como económicos, políticos o incluso históricos.

Como hemos comprobado en el año 2020, el pasado siempre vuelve. Y en este caso ha sido en forma de pandemia. Nadie se esperaba que algo así fuera a ocurrir en una época como esta, en la que la ciencia y la tecnología están tan avanzadas.

Este hecho ha obligado a los sectores de la arquitectura y la ingeniería hospitalaria a reinventarse y demostrar su capacidad de adaptación ante nuevas situaciones en un tiempo récord.

De esta manera, se verá la situación que se está viviendo actualmente con la pandemia provocada por el coronavirus, su impacto y sus consecuencias a nivel social, y también a nivel hospitalario, abarcando desde la saturación sufrida por este sector hasta la reorganización adoptada a nivel funcional.

El tema que se va a tratar resulta interesante por el volumen que este adquiere en términos de eficiencia energética, por su importancia respecto a la salud y por su carácter de actualidad.

2. OBJETIVOS

Los hospitales son concebidos para velar por la salud y la vida del ser humano. Sin embargo, un hospital eficiente no solo vela por el medio ambiente, sino que, gracias a sus prácticas sostenibles, también lo hacen por el bienestar de las personas, pudiendo llegar incluso a favorecer la recuperación de los propios pacientes.

Como se ha visto en la introducción, la magnitud que adquiere el sector hospitalario en la estructura de consumo energético de un país es muy elevado. Es un sector que funciona las 24 horas del día, los 365 días del año, lo cual lo convierte en un potencial consumidor de energía.

Por todo esto, el **principal objetivo** de este documento es el siguiente:

- Resaltar la importancia que tiene la eficiencia energética y los beneficios que una mejora del rendimiento de la misma podría aportar, tanto de manera energética, como económica y sanitaria.

Para poder alcanzar este objetivo, se presenta necesario desarrollar los siguientes **objetivos secundarios**:

- Conocer el contexto energético a nivel nacional que desvela la dependencia energética a la que está sometido el país y la necesidad de seguir apostando por las energías renovables.
- Investigar sobre las diferentes políticas energéticas, tanto nacionales como internacionales, que abogan por una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en favor de la salud y el medio ambiente.
- Descubrir cómo han evolucionado los hospitales desde su concepción inicial hasta la actualidad y ver qué papel han jugado las instalaciones a lo largo de la historia.
- Asentar el concepto de eficiencia energética y comprender la estructura de una auditoría energética y el proceso de calificación.
- Realizar una aproximación a la simulación de una certificación energética de un edificio perteneciente a un complejo hospitalario para trabajar con un caso práctico mediante el cual se comprueba la complejidad y las limitaciones que acarrea una falta de información clara y precisa.
- Detallar una muestra significativa de las medidas de mejora, quizá algo más novedosas, susceptibles de poder ser implementadas en cualquier centro hospitalario., así como las ventajas e inconvenientes que conlleva cada una de ellas.



- Conocer el impacto de la COVID – 19 a nivel social y en el sector hospitalario. Aunque todavía es pronto para sacar conclusiones en profundidad, se pretende conocer cómo se ha afrontado la pandemia en estos centros, desde el punto de vista del consumo energético, así como de las medidas adoptadas.

3. PROCESO DE TRABAJO

La idea inicial para llevar a cabo este trabajo era hacer un estudio basado en el Servicio Cántabro de Salud, concretamente en el Hospital Marqués de Valdecilla.

En un primer momento, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de la información necesaria del hospital como pueden ser los consumos energéticos, las emisiones de CO₂ producidas o los planos constructivos y de distribución de estancias.

Al no resultar fructífera, se decidió contactar con empresas gestoras del centro, con la Administración e incluso con personas relacionadas con la Consejería de Sanidad de Cantabria.

Tras meses en la misma situación, insistiendo día tras días para poder acceder a esos datos sin obtener ninguna respuesta, se decidió cambiar de rumbo buscando esta información fuera de la comunidad. Fue entonces cuando se descubrió la existencia de los datos públicos del Gobierno de Navarra.

El Gobierno de Navarra dispone de una página web exclusivamente para tratar y mostrar sus datos energéticos a toda aquella persona que le interese, resultando en un claro ejercicio de transparencia.

Tras descubrir esta página se hallaron, por un lado, el Informe Anual de Energía del gobierno navarro, el cual llevan publicando desde el año 2011, y por el otro, el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética. Unos documentos muy interesantes para el tema propuesto.

Son dichos archivos los anclajes principales del presente trabajo y gracias a ellos se ha podido trazar un hilo conductor que le aporte el sentido global y correcto a este análisis.

Para cumplir con los objetivos previstos, se ha seguido una dinámica basada en la investigación y el análisis descriptivo, haciendo uso de revisiones bibliográficas, pero también de los conocimientos adquiridos durante el grado universitario.

4. LIMITACIONES

La falta de datos ha sido y es la principal limitación que se presenta a la hora de llevar a cabo este trabajo.

A pesar de haber finalmente conseguido la documentación previamente descrita, esta no resulta suficiente para poder llevar a cabo un estudio exacto de ningún edificio terciario.

Facturas de todo un año, tanto de electricidad como de gas. Planos que detallen las superficies de todas y cada una de las estancias. Costes de mantenimiento. Son muchos los datos que son imprescindibles a la hora de analizar la eficiencia energética de un edificio y la posterior propuesta de medidas de ahorro.

Mientras que para una vivienda, conseguir facturas y planos, o mismamente hacer un inventario o realizar mediciones in situ, resulta una tarea sencilla, obtener esto mismo para un hospital es algo realmente complicado.

Conseguir los datos reales, en este caso de un hospital, es un trabajo muy arduo que en la mayoría de las ocasiones no depende de uno mismo. La capacidad de adaptación y el empeño en la búsqueda de otras opciones supone una vía alternativa para alcanzar los resultados deseados en referencia a la temática que se plantea.

Al principio del proceso de trabajo la idea era poder ofrecer datos numéricos precisos de consumo, presupuestos o inversiones para llevar a cabo las medidas pertinentes de ahorro. Con los datos que se manejaba, los valores que se podrían aportar serían demasiado imprecisos, así que se ha decidido, en favor de tratar edificios de mayor entidad que una vivienda unifamiliar, darle un enfoque más descriptivo y menos centrado en datos, dejando a un lado lo que sería un estudio analítico como una línea futura de trabajo que complementaría lo visto en este trabajo.

Este hecho ya nos desvela una primera visión de la magnitud que adquiere un edificio del calibre de un hospital tanto a la hora de la toma de datos como para realizar cualquier tipo de estudio.

Teniendo en cuenta las limitaciones presentes y los medios disponibles, en el presente capítulo se expondrá la información obtenida del Gobierno de Navarra y se analizará esta misma en base a la metodología de las auditorías energéticas.

Para entender un poco mejor todo esto, se enseñará un caso práctico correspondiente al Pabellón A del Hospital de Navarra, realizado con el software CE3X. De este modo, se comprobará la complejidad que puede llegar a alcanzar la realización de un análisis energético de estas características y la imposibilidad o, mejor dicho, lo improcedente de hacer estimaciones en casos como este.

Como se verá más adelante, estas limitaciones son precisamente uno de los problemas que hay a la hora de implementar medidas de mejora ya sean convencionales o se apueste por otras más innovadoras.

5. ESTADO DEL ARTE

Para entender la importancia de la eficiencia energética en el mundo en general, y en los edificios dedicados a la actividad sanitaria en particular, es necesario comprender el panorama energético que envuelve a España en la actualidad.

La energía es un bien primordial para el correcto desarrollo de la vida, un derecho fundamental de todos los ciudadanos. Para iluminación, para cocinar, para asearse, para desplazarse, para comunicarse, está presente en todas partes y a todas horas para satisfacer las necesidades humanas, lo que nos convierte en grandes dependientes de ella.

Esta dependencia, sumada al aumento de la población, hace que la demanda energética también esté creciendo exponencialmente en todo el mundo, de forma que empieza a haber problemas de abastecimiento. La generación sostenible comienza a presentar problemas, puesto que se sobreexplotan los recursos naturales, aumentando a su vez las emisiones de CO₂ y demás gases de efecto invernadero. Todo esto se traduce en la aceleración del ya conocido cambio climático.

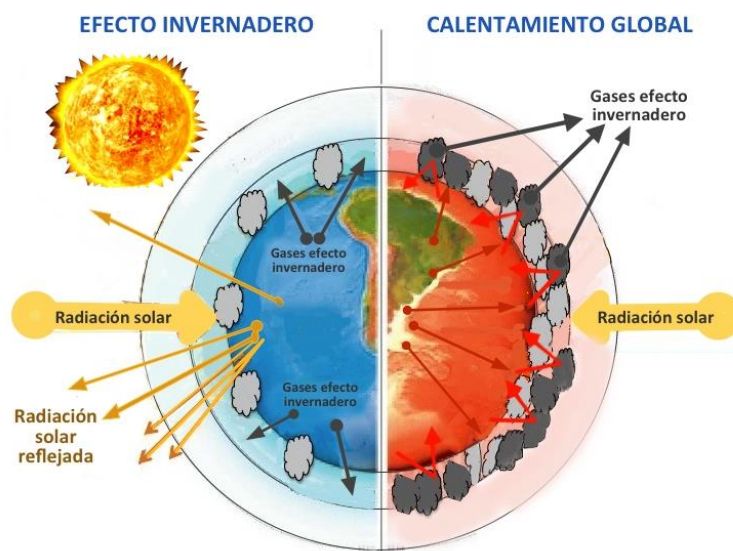


Figura 5.1. Efecto invernadero y calentamiento global, fruto del cambio climático. (Fuente: www.riovalle.cl)

Dada la naturaleza de este trabajo, nos centraremos en el caso de estudio de España en concreto, que sigue las líneas del desarrollo global.

5.1. ANTECEDENTES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ESPAÑA

Nos remontamos hasta 1875, año en el que tuvieron lugar los primeros pasos de la industria energética en España. En concreto fue en Barcelona, donde, con una dinamo, se construyó la primera “central eléctrica” del país, que fue utilizada para iluminar desde el Paseo de las Ramblas hasta el castillo de Montjuic. En 1881, se fundó en la misma ciudad la que es considerada la primera empresa eléctrica española, Sociedad Española



de Electricidad. Ese mismo año, empezó a funcionar la primera central eléctrica en Madrid.

A principios del siglo XX las centrales se ubicaban próximas a las áreas de consumo, ya que en aquellos tiempos la energía eléctrica era generada en corriente continua y no era posible transportarla a grandes distancias.

En 1901 se realizó la primera estadística oficial, que indicaba que el 61% de la potencia instalada provenía de energía térmica, y el otro 39% de energía hidráulica. La suma total de potencia instalada era de 127.940 CV (que equivaldría aproximadamente a 94 MW). Ese mismo año se fundó en Bilbao la que fue la primera gran empresa eléctrica en España, Hidroeléctrica Ibérica.

Unos años más tarde, la aparición de la corriente alterna trajo consigo la posibilidad de transportar la energía a gran distancia, facilitando así el desarrollo a gran escala de las centrales hidroeléctricas. En el año 1929, la estructura de la generación eléctrica ya había cambiado radicalmente con un aporte del 81% de la energía hidroeléctrica. La potencia instalada por aquel entonces era de 1.154 MW. En los años siguientes hasta 1936 se produjo un aumento del consumo eléctrico, la potencia instalada ascendió a 1.491 MW. [1]

Por un lado, debido a la Guerra Civil, se produjo un estancamiento de la capacidad de producción. Por el otro, durante la posguerra y debido la sequía sufrida en 1944, se produjo un aumento importante de la demanda energética. Para lidiar con esta situación, ese mismo año se fundó Unidad Eléctrica S.A (UNESA), sociedad conformada por las principales empresas del sector eléctrico.

A partir de 1953 comenzó a aplicarse las Tarifas Tope Unificadas, que incentivaron la construcción de nuevas centrales reduciendo de esta forma el déficit de capacidad de producción. Para el año 1970, la potencia instalada ya había alcanzado los 17.925 MW y la producción energética los 56.500 GWh.

En el año 1968, se puso en marcha la central nuclear José Cabrera, primera central nuclear en España, ubicada en Zorita de los Canes, en la provincia de Guadalajara [2]. La producción hidroeléctrica pasó a suponer el 50% en 1970, del 84% que aportaba en 1960.

Esos años, aprovechando la disminución del precio del petróleo hasta 1973, aumentó la producción de energía con fuel-oil. En el periodo situado entre 1973 y 1976, la mayor parte de centrales que entraron en funcionamiento fueron precisamente las que trabajaban con este combustible. Debido al nuevo aumento de los precios y la gran crisis del petróleo, se tomaron medidas para minimizar la dependencia de esta sustancia.

Entre los años 80 y 90, entraron en juego las centrales de carbón, así como cinco centrales nucleares. La cogeneración y las energías renovables ya se empezaban a asomar.

Entre los años 1996 y 2001, la demanda eléctrica aumentó en más de un 30%, a su vez también aumentó la demanda punta con un valor del 44% [3]. Toda esta sucesión de expansión dejó entrever la necesidad de someter las infraestructuras que sustentan al

sector, a una importante e inminente reforma que las mejoren refuercen para poder hacer frente a los retos que se les presentaban de aquí en adelante.

5.2. SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN ESPAÑA

Como ya hemos visto, históricamente las centrales de generación eléctrica que más se han utilizado han sido las centrales térmicas de fuel-oil, gas natural o carbón, las centrales hidroeléctricas y las centrales nucleares. Este grupo es conocido como centrales convencionales.

Aunque las centrales convencionales han sido las principales generadoras de energía durante muchos años, afortunadamente nuevas formas de generación han ido surgiendo, como las centrales de ciclo combinado, que aumentan la eficiencia por medio de dos ciclos (uno de gas y otro de vapor de agua), o las de cogeneración, en las cuales se aprovecha la energía térmica. Con la aparición de estas dos últimas, ya se podía intuir el deseo de producir energía de una forma más eficiente.

A partir del año 2000, otras fuentes de energía diferentes a las anteriores fueron ganando relevancia para su uso en la generación, entrando en funcionamiento nuevas centrales con el paso de los años. Debido al aprendizaje adquirido tras la crisis del petróleo, el miedo al agotamiento de recursos y la necesidad de mejorar el aprovechamiento energético, la mayoría de estas nuevas tecnologías son de naturaleza renovable. Entre ellas se encuentran la energía solar, la energía eólica, la biomasa... Este tipo de energías, tienen una gran ventaja frente a las utilizadas en las centrales no convencionales (salvo la hidroeléctrica), y es que sus recursos son renovables, ilimitados. Esto supone un gran punto a favor, ya que el peligro de que estos se agoten es mínimo y además favorece la reducción de la dependencia energética respecto a otros países. Otro beneficio que no se puede pasar por alto, es que las centrales que utilizan recursos renovables son mucho menos contaminantes que las convencionales.

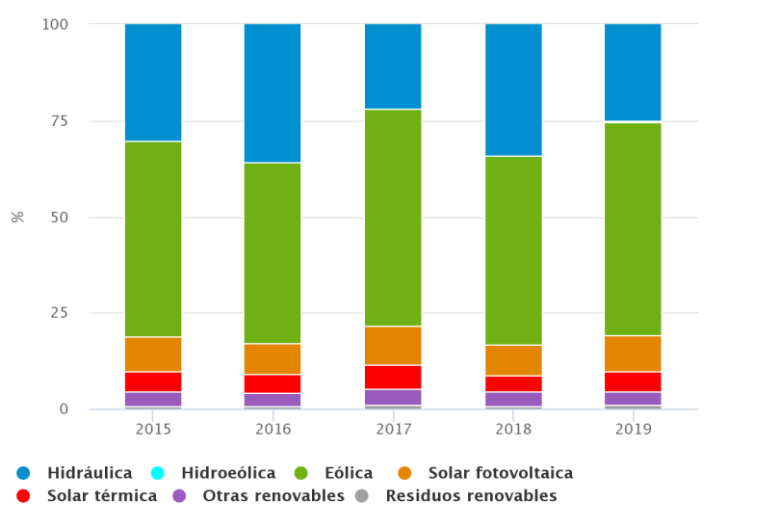


Figura 5.2. Estructura de la generación eléctrica renovable por tecnologías entre 2015 y 2019. (Fuente: REE)

Como se muestra en la Figura 5.2, en los últimos años la energía eólica es la que tiene mayor peso en la generación eléctrica de origen renovable de nuestro país, seguida de la energía hidráulica. Además de las presentes en la anterior gráfica, existen otras tecnologías de generación renovable que aún están en fase de estudio y desarrollo, pero de las cuales se esperan grandes resultados a largo plazo, como son la energía geotérmica, la energía de las corrientes, la energía de las mareas, el biogás o el hidrógeno.

En la Figura 5.3 se puede observar una línea de tendencia claramente ascendente en el porcentaje de generación eléctrica mediante energías renovables, si bien la variabilidad de unos años a otros es evidente.

Porcentaje de generación eléctrica mediante energías renovables en España 2008 - 2019

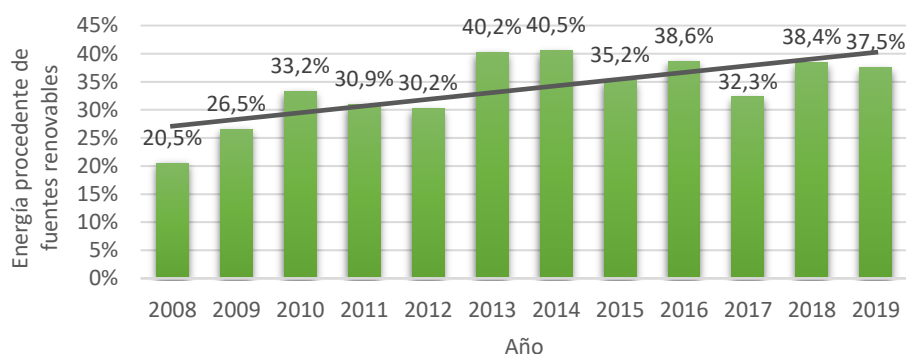
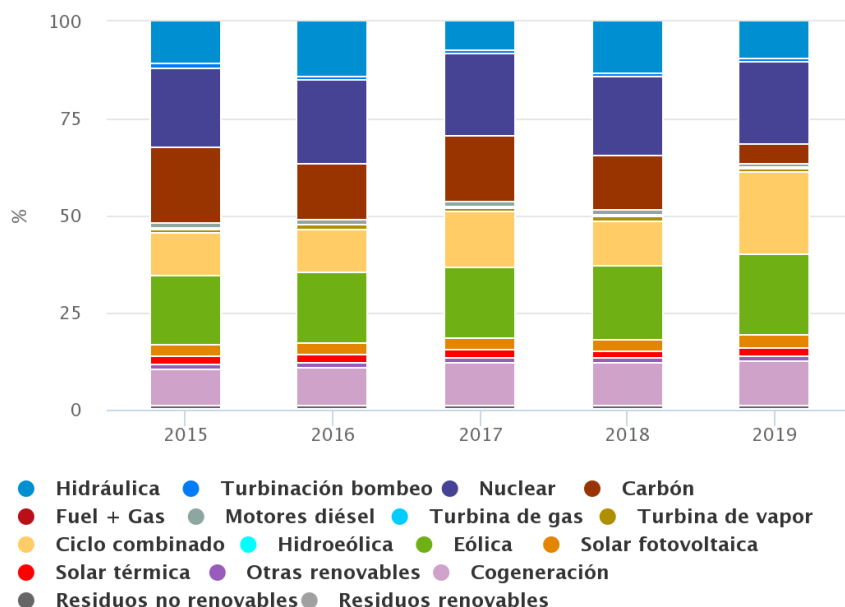


Figura 5.3. Aporte porcentual de las energías renovables al balance energético español entre los años 2008 y 2019. (Fuente: elaboración propia, datos de statista.com)

Este tipo de centrales de generación renovable, más que sustituir a las convencionales, busca servirles de apoyo ya que, actualmente, es inviable abastecerse únicamente con las renovables. Aunque la línea de tendencia indica que las energías renovables van a ir adquiriendo más peso progresivamente, todavía nos queda un largo camino por recorrer para que el aporte de generación renovable y no renovable se equiparen.

Esto es claramente apreciable en las figuras 5.4 y 5.5, las cuales representan el balance energético nacional correspondiente al periodo transcurrido entre los años 2015 y 2019.

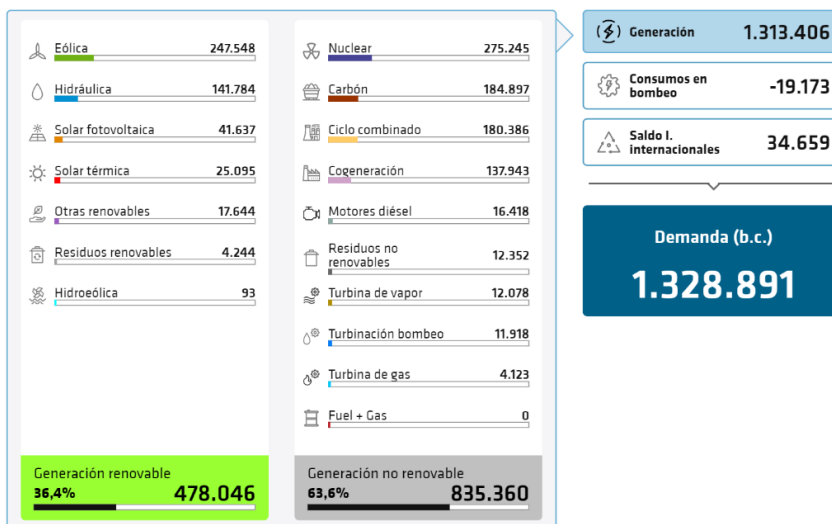
La tecnología nuclear junto con las centrales de carbón, el ciclo combinado y la cogeneración reúnen la mayor parte de los GWh generados en esta etapa. De esta forma, la generación no renovable supone el 63,6% del total. Por su parte, aunque la energía eólica y la hidráulica tienen gran participación en la generación, el conjunto de todas las tecnologías renovables queda relegada a un segundo plano con el 36,4%.



Fuente: www.ree.es

Figura 5.4. Estructura de generación eléctrica por tecnologías entre 2015 y 2019.
(Fuente: REE)

Del 2015 al 2019 - Nacional (GWh)



Fuente: www.ree.es

Figura 5.5. Infografía del balance eléctrico nacional entre 2015 y 2019.
(Fuente: REE)

A pesar de los grandes avances registrados en materia de generación eléctrica, España sigue dependiendo energéticamente a gran nivel de otros países para importar los recursos naturales necesarios para producir energía. Se estima que alrededor de un 75% del total de energía consumida en el año 2019 en nuestro país fue importada [4], cifra extremadamente elevada.

Dependencia Energética España 2014 - 2019

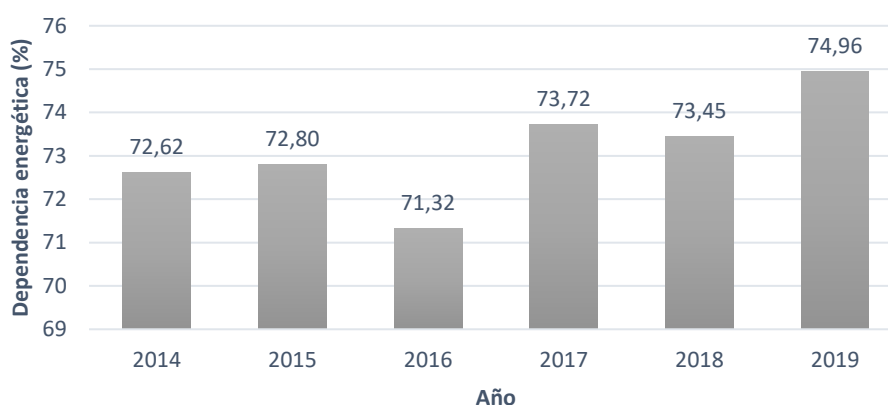


Figura 5.6. Dependencia energética de España entre 2014 y 2019. (Fuente: Elaboración propia, datos de Eurostats)

Como se puede apreciar en la Figura 5.6, la dependencia energética de España respecto al exterior, lejos de disminuir con el paso de los años y el consecuente avance de la tecnología, aumenta.

Como los datos pertenecientes al año 2020, si bien son los más recientes, no permiten hacer un estudio generalizado en comparación con los de años anteriores debido a la pandemia provocada por la COVID-19, se han utilizado los del año 2019. Los datos del 2020 entrarían en un análisis a parte, en un año en situación excepcional de pandemia y todas las consecuencias que ello acarrea, y por lo tanto, no se puede comparar con años pasados.

Para controlar variables como la dependencia energética, las emisiones de gases de efecto invernadero o el aporte de participación de las energías renovables, se han creado diversos protocolos, acuerdos y estrategias tanto a nivel global como nacional.

5.3. MARCO ENERGÉTICO INTERNACIONAL

5.3.1. Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto es un acuerdo global, para hacer frente al cambio climático, por el que los 192 países firmantes se comprometieron a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 8% respecto a los niveles de 1990, entre los años 2008 y 2012.

Fue aprobado el 11 de diciembre de 1997 en la Cumbre del Clima, celebrada en la ciudad de Kioto, pero no fue hasta el 16 de febrero de 2005 cuando entró en vigor.

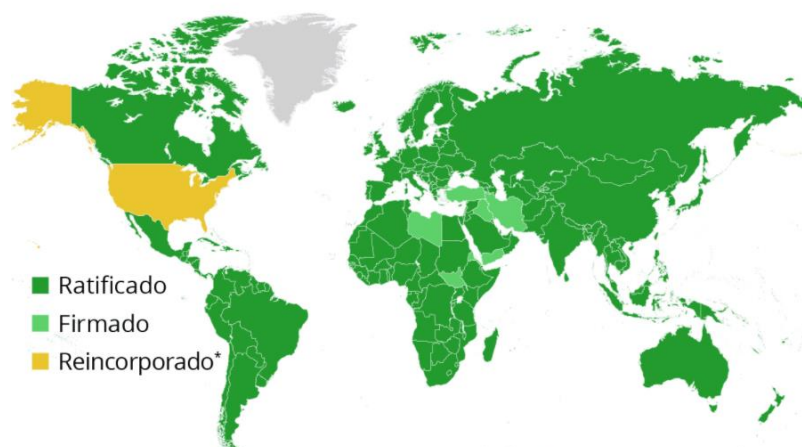
Las medidas presentes en dicho acuerdo tienen la finalidad de conseguir la adaptación natural de los ecosistemas al cambio climático. Los mecanismos de mercado flexible basados en el comercio de permisos de emisión suponen un elemento muy importante del tratado.

Cada país tiene unos objetivos concretos que varían en base a determinados parámetros, en el caso de España esto supone que la media de emisiones netas de gases de efecto invernadero en este periodo de tiempo no supere el 15% respecto a la de 1990.

Para el año 2020 el objetivo de la Unión Europea consistía en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% respecto a las existentes en el año base (1990) [4].

5.3.2. Acuerdo de París

El Acuerdo de París es un tratado internacional, jurídicamente vinculante, por el que 195 países se comprometen a tomar medidas de adaptación sobre los efectos adversos del cambio climático y reducir así los gases de efecto invernadero. Fue adoptado en la COP21 celebrada en París en diciembre de 2015. Aunque entró en vigor en noviembre de 2016, después de ser ratificado por 55 países que suponían el 55% de las emisiones globales, no sería hasta principios del año 2021 cuando se comenzaría a aplicar sus medidas, una vez finalizada la vigencia del Protocolo de Kioto.



* El 20 de enero de 2021, el presidente Joe Biden firmó una orden ejecutiva que se hará efectiva en un mes para la vuelta de Estados Unidos al acuerdo.

Fuente: CMNUCC

Figura 5.7. Países según su participación en el Acuerdo de París a 21 de enero de 2021.
(Fuente: es.statista.com)

Su objetivo principal es evitar que el calentamiento global provoque un aumento de 2°C sobre la temperatura media (intentando incluso no superar los 1,5°C) respecto a los niveles de la era preindustrial, así como alcanzar la neutralidad climática reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. [5]

El hecho de que cada país adopte sus propias medidas supone un beneficio socioeconómico, ya que las acciones impulsadas por los gobiernos regionales y locales tienen un impacto positivo en todos los sectores a nivel nacional con la generación de nuevos puestos de trabajo.

Cabe mencionar que, en noviembre de 2020, el por aquel entonces Presidente de Estados Unidos, Donald Trump, anunciaba la retirada del país norteamericano del Acuerdo de París. Posteriormente, con la llegada de Joe Biden a la Casa Blanca en enero del 2021, se producía la reincorporación estadounidense. Este hecho fue gratamente celebrado por la ONU, ya que con el compromiso de Estados Unidos se abarcarían dos tercios de las emisiones de carbono globales.

Todo esto supone un paso muy importante a nivel global puesto que todos los países se involucran y comprometen a luchar contra el cambio climático cooperando de manera conjunta y proactiva.

5.3.3. Pacto Verde Europeo

En línea con el Acuerdo de París y en correspondencia a sus objetivos, se redactó el Pacto Verde Europeo (Green Deal en inglés). Presentado en diciembre de 2019, constituye una estrategia para luchar contra el cambio climático cuyo objetivo es acabar por completo con las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050, de manera que Europa se convierta así en el primer continente climáticamente neutro.

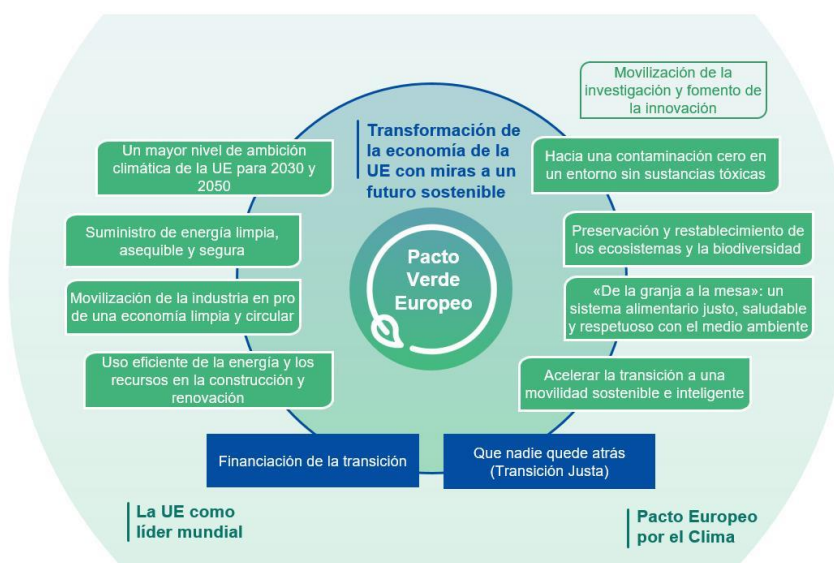


Figura 5.8. Pacto Verde Europeo. (Fuente: eur-lex.europa.eu)

Se busca la transformación social y económica hacia un modelo sostenible, más eficiente en el uso de recursos, justo y competitivo, pero también integrador.

Uno de los sectores clave de actuación y objetivo fundamental de este pacto, por su incidencia directa en la salud de las personas, es el sector primario. Es por ello que se hace frente a la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes en los cultivos. También se busca mejorar las técnicas utilizadas en agricultura, ganadería y pesca para garantizar una producción de calidad, segura para la población, además de sostenible y orgánica en la medida de lo posible.

5.3.4. Marco Legislativo 2030. Paquete de invierno

En el año 2019, la Unión Europea actualizó su política energética para favorecer la transición de los combustibles fósiles hacia las energías limpias y cumplir con los objetivos de reducción de emisiones del Acuerdo de París. Este paquete legislativo consiste en un conjunto de exigentes directivas que fomentan la eficiencia energética, así como el uso de energías renovables.

- Directiva 2018/844, sobre eficiencia energética en edificios:

Los edificios son los mayores consumidores de energía, aportando aproximadamente el 40% del consumo energético y el 36% de las emisiones de CO₂ en la Unión Europea.

Esta directiva describe medidas específicas para mejorar el rendimiento energético de los edificios.

- Directiva 2018/2002, sobre eficiencia energética:

Uno de los objetivos principales de este marco legislativo es poner la eficiencia energética en primer lugar. La mejora de la eficiencia energética resulta en un ahorro de dinero, por lo que se espera alcanzar un 32,5% de eficiencia energética para el año 2030.

- Directiva 2018/2001, sobre el fomento de uso de energías renovables:

Con la implantación de esta directiva, se pretende alcanzar un aporte de las energías renovables del 32% al mix energético para el año 2030.

- Reglamento 2018/1999, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima:

Por medio de este reglamento, se establece que cada estado miembro debe desarrollar planes nacionales de energía y clima integrales que cubran desde el año 2021 al 2030. Así mismo, también se dicta el requerimiento de establecer una estrategia a largo plazo para conseguir la neutralidad de emisiones para el año 2050.

- Directiva 944/2019, normas comunes para el mercado interior de la electricidad:

Permite a los proveedores de electricidad fijar sus propios precios, limitando las distorsiones del mercado, pero garantizando la competitividad y una bajada de precios al por menor.

También garantiza la protección de los clientes más vulnerables mediante la posibilidad de aplicar precios regulados.

- Reglamento 943/2019, sobre el mercado interior de la electricidad:

Con objeto de garantizar el correcto funcionamiento del mercado interior de la electricidad, este reglamento revisa y actualiza todas las normativas que lo rigen. De igual manera, tiene por objetivo facilitar el camino hacia la descarbonización del sector energético.

Estas directivas son susceptibles de ser modificadas, siempre y cuando sea incrementando su exigencia.

En resumen, este marco legislativo busca modernizar la economía e industria europeas, envueltos en una atmósfera neutra en emisiones y con un sistema energético seguro, que reduzca la dependencia energética, capaz de abastecer a todos los ciudadanos y sea lo menos contaminante posible.

En posteriores apartados se detallará el marco legal que sirve como base para el presente trabajo.

5.3.5. Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible

En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la conocida Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que consiste en un plan de acción fundamentado en 17 objetivos centrados en la economía, el medio ambiente, la sociedad, y todo lo que ello engloba. Está orientado para alcanzar los objetivos en un margen de 15 años.

De los 17 objetivos, hay 5 que tienen especial relevancia en el contexto del presente trabajo:

- Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todas las personas.
- Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura y sostenible.
- Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes y fomentar la innovación e industrialización sostenible.
- Objetivo 11. Lograr que las ciudades sean más sostenibles y seguras.
- Objetivo 12. Garantizar una producción y un consumo responsable y sostenible.

Todo esto se traduce en un aumento total de la inversión y financiación que permita movilizar todos los medios necesarios para así incrementar la investigación, mejorar las tecnologías a aplicar, reforzar la capacidad y fortalecer todos los países, haciendo hincapié sobre todo en los países más desfavorecidos, en aras de cumplir cada uno de estos 17 objetivos a nivel mundial, sin dejar a nadie atrás.

5.3.5.1. Respuesta frente a la COVID – 19

Con la aparición de la pandemia por la enfermedad de COVID-19 en el año 2020, la vida ha sufrido un parón letal a nivel global. Con millones de fallecidos, un crecimiento exponencial de infectados, una economía estancada y el miedo generalizado a lo que está por venir, el avance de la sociedad se ha visto gravemente afectado. Las Naciones Unidas se movilizaron rápidamente para dar una veloz respuesta a nivel mundial, tanto sanitaria como económica, que ayude a paliar los efectos de esta crisis y, a su vez, asegurar la consecución de los objetivos establecidos para el año 2030.

Esta crisis puede ser tomada como una oportunidad para someter al sistema y a la sociedad a un cambio hacia una vida más sostenible. La pandemia nos ha servido para darnos cuenta de que humanos y naturaleza van siempre de la mano, se complementan. Los recursos disponibles en la naturaleza son limitados, por ello debemos tener esto muy presente para no forzar su capacidad hasta que colapse y no dé más de sí, cuyo impacto sería gravemente negativo. Por ello debemos cambiar nuestros patrones de consumo y producción a unos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Debido a los confinamientos, las tecnologías de la información y la comunicación han tenido gran relevancia, colocándose en primera línea de respuesta frente al COVID-19, con el aumento del teletrabajo, las clases virtuales, las videoconferencias, así como la digitalización de infinidad de negocios. Se estima que cerca de 3600 millones de personas no tienen todavía a día de hoy acceso a Internet, de esta forma se revela la existencia de la denominada brecha digital. Los gobiernos nacionales tendrán que aumentar la inversión en infraestructura de forma significativa en aras de acelerar la recuperación económica.

La energía es un factor clave en la lucha contra la pandemia, proporcionando suministro eléctrico a las infraestructuras sanitarias y permitiendo el acercamiento virtual de las personas, en favor del distanciamiento social. Que toda la estructura sanitaria de un país, desde hospitales hasta servicios de emergencia, tengan acceso a electricidad es primordial, más si cabe durante este periodo de emergencia sanitaria. Es por ello que se pautaron tres formas de responder ante dicha emergencia:

1. Marcando como prioritarios a los centros de salud y equipos de respuesta inicial en el suministro de energía.
2. Manteniendo conectados a los consumidores vulnerables.
3. Aumentando la producción de energía ininterrumpida, segura y de calidad para garantizar una recuperación económica más sostenible.

Pero si algo ha sido el objetivo principal de esta crisis mundial, eso ha sido sin duda alguna la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sido el organismo director que ha liderado la acción frente al coronavirus. En febrero de 2020 creó un plan estratégico de preparación y respuesta en el que se detallan las medidas de salud pública que deberían adoptar todos los países. Desde el primer momento se abogó por la cooperación internacional de forma coordinada y la actuación conjunta de gobiernos y sociedad, ya que esta pandemia no entiende de fronteras y su expansión estaba aumentando de forma incontrolable.

5.4. MARCO ENERGÉTICO NACIONAL

5.4.1. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 es un proyecto que aúna una serie de objetivos establecidos por un equipo de expertos del gobierno en base a determinados indicadores y estándares impuestos por diversas entidades internacionales. Su fin último es guiar a España en la senda de la transición ecológica hacia una economía sostenible y descarbonizada, que apuesta por la eficiencia energética y las energías renovables en el horizonte del año 2050. Todo ello se sustenta en la Comisión Europea, el Acuerdo de París de 2015 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

En el documento presentado se recogen, entre otros, los siguientes objetivos:

- La creación de 250.000 a 364.000 empleos entre 2021 y 2030.
- La disminución en un 15% la dependencia energética de otros países, pasando del 74% existente hoy, hasta el 59%.
- El impulso de las energías renovables hasta que sumen el 42% sobre el uso final de la energía.
- Aumentar el porcentaje de participación de energías renovables en la generación eléctrica hasta el 74%.
- Mejorar la eficiencia energética un 39,6%.
- Neutralidad climática para el año 2050, minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero en un 23% respecto a los niveles del año 1990. (Cifra que equivaldría a una de cada tres toneladas de GEI que se emiten hoy en día.)
- Fomento de investigación, innovación y competitividad.

El plan también incluye un informe analítico que respalda la seguridad del objetivo fijado para el año 2030 en relación con el suministro eléctrico del mix energético, cuyo estudio fue realizado con la colaboración de Red Eléctrica Española (REE).

Para el año 2050, se espera alcanzar un sistema 100% eléctrico, que se sustente en las denominadas “energías limpias”, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 90%. [6]

La Comisión Europea una vez estudiada la propuesta, hizo varias observaciones en las cuales instaban a llevar a cabo determinadas mejoras:

- Potenciar la cooperación con Portugal y Francia en materia de mercados energéticos y conexiones transfronterizas.
- Constatar la relación entre las medidas a tomar y las leyes que deben aprobarse para aplicarlas.
- Establecimiento de medidas que favorezcan el objetivo de conseguir una participación de energías renovables del 42% en el mix energético.
- Crear campañas de información para dejar claro cómo afectarán las leyes y medidas a aplicar en la sociedad, más concretamente en el empleo.



- Hacer un ejercicio de reflexión acerca de las posibilidades para cumplir los objetivos de eficiencia energética, así como hacer ver el valor que se le ha atribuido a esta.

Para llevar a cabo este plan, se asocia una inversión de alrededor de 250.000 millones de euros en total.

En [7] se detallan algunos de los objetivos y los diversos efectos macroeconómicos y sociales que se esperan del PNIEC:

Fomento de energías renovables. Se estima que para el año 2030 la presencia de energías renovables se duplicará, llegando a una potencia de 157 GW, de los cuales 50 GW formarán parte de la generación de energía eólica, que se espera que sea la tecnología con mayor potencia instalada. La potencia restante se reparte con 37 GW de energía solar fotovoltaica y 16 GW de energía hidráulica.

También se derrogarán todas las leyes o medidas que entorpezcan y compliquen la apuesta por el autoconsumo, principalmente se procederá a eliminar el “impuesto al sol”.

Autoabastecimiento energético. Se pretende abandonar la dependencia energética que España tiene de otros países, realizando una inversión de 236.000 millones de euros entre los años 2021 y 2030 (de los cuales el 80% proviene del sector privado y el 20% restante del sector público) que permita fomentar el autoabastecimiento energético.

Electrificación del sistema energético. El sector del transporte es el mayor beneficiario en este aspecto, puesto que en él recaerá una gran parte de la inversión cuyo objetivo es alcanzar una participación de energías renovables del 28%. Se apuesta por la movilidad eléctrica, la electrificación y crecimiento del uso de renovables térmicas, entre otros.

Sostenibilidad. Este proyecto apuesta por la mejora de la eficiencia energética hasta un 39,6%, destacando el gran potencial y grandes beneficios de la rehabilitación energética de los edificios, así como la realización de análisis energéticos exhaustivos para los edificios de nueva construcción.

Fomento del I+D+i. Gracias al aumento de inversiones público-privadas en I+D+i, se estima un crecimiento del 1,7% para el año 2030 gracias a la creación de entre 250.000 y 350.000 puestos de trabajo adicionales.

Generación de puestos de trabajo. Gracias al aumento de la actividad económica, se espera un impacto neto de entre 253.000 y 348.000 empleos al año. Esto supone un aumento del 1,7% para el año 2030.

Mejora del PIB. Se prevé que el Producto Interior Bruto (PIB) aumente un 1,8% para el año 2030 en comparación a un escenario sin medidas. Este aumento supone entre 16.500 y 25.700 millones de euros al año.

Reducción pobreza energética. Siguiendo la tendencia de la Estrategia de Transición Justa y la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024, el Plan Nacional

de Integración de Energía y Clima establece el objetivo de reducir al menos un 25% los indicadores implicados en la transición justa y la pobreza energética para el año 2025.

Mejora de la salud. Gracias a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los principales contaminantes primarios asociados con la calidad del aire, se espera reducir de 8900 a 6700 aproximadamente las muertes prematuras debido a problemas respiratorios, cardiovasculares o cerebrales. Los contaminantes más perjudiciales para la salud son las partículas finas (PM_{2,5}) y el ozono (O₃). Concretamente, las emisiones de partículas finas son el principal causante de muertes prematuras derivadas de la contaminación al provocar enfermedades como cáncer de pulmón o ataques isquémicos. Por su parte, el ozono provoca importantes daños al sistema respiratorio. Es por ello que se asegura una reducción del nivel de las partículas PM_{2,5} (partículas finas) en un 33%, de las de dióxido de azufre (SO₂) un 38% y de los óxidos nitrosos (NO_x) se estima una reducción de 35%. Esto tendrá más incidencia en las grandes ciudades, ya que es donde los niveles de contaminación son más elevados (entre un 15% y un 20%) y, por consiguiente, supone un mayor perjuicio para la salud y el bienestar de las personas.

Es necesario mencionar que la elaboración del PNIEC lleva consigo una evaluación de impacto e integración ambiental, la cual se apoya en los objetivos establecidos por los organismos competentes a nivel internacional, nacional y regional. Dicha evaluación va de la mano de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo en aras de la transición energética hacia una sociedad descarbonizada, sustentada por las energías renovables y respetuosa con el medio ambiente.

5.4.2. Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo

La Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo pretende alcanzar la neutralidad climática para el año 2050. Su objetivo es reducir el 90% de los gases de efecto invernadero respecto a los producidos en el año 1990, mientras que el 10% restante será absorbido por sumideros de carbono. [8]

De esta forma, se espera una reducción de emisiones de CO₂ de aproximadamente 305 millones de toneladas equivalentes, pasando así de los 334 millones de toneladas equivalentes producidas en el año 2018 hasta los 29 millones en 2050.

Por otro lado, el capital natural se erige como uno de los pilares fundamentales de esta estrategia. Dado que las plantas y árboles favorecen la absorción de CO₂, se llevará a cabo una reforestación de 20.000 hectáreas al año entre 2020 y 2050. También se procurará restaurar 50.000 hectáreas de humedales para el año 2050, así como asegurar una delicada y óptima gestión forestal, donde se apueste por las energías renovables, la producción de biogás y la conservación de los suelos, entre otras medidas.

Todas esas medidas propuestas en este documento se basan en una tecnología puntera e innovadora, están sustentadas firmemente por el ámbito científico y son apuntaladas por una importante inversión.

Al igual que el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo tiene el foco en los colectivos más vulnerables, por ello

las medidas que se llevarán a cabo en ambos marcos, están alineadas para obtener beneficios en materia de salud, generar empleo en el medio rural, mejorar la calidad de vida y también poder conservar y mejorar la biodiversidad que nos rodea y que tanto favorece nuestro bienestar.

Para esta estrategia, se espera que el monto de inversiones ascienda hasta los 300.000 millones de euros aproximadamente entre los años 2021 y 2030. Esta cifra se sumaría a los 250.000 millones de euros asociados al PNIEC, ascendiendo así a un total de 550.000 millones de euros. [9]

5.4.3. Ley de Cambio Climático y Transición Energética

El documento, que nace de la necesidad de establecer políticas de adaptación al cambio climático, recoge 36 disposiciones distribuidos en 9 capítulos, con casi 600 enmiendas en total. Ya ha sido aprobado tanto en el Congreso como en el Senado, y se encuentra actualmente en la tercera y última fase, donde tendrá que regresar al Congreso para rematar la tramitación legislativa y finalmente entrar en vigor.

Uno de sus objetivos principales es la descarbonización del país, que el sistema eléctrico español sea neutro en emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050, con la previsión de que hasta el año 2030 se produzca una reducción del 23% respecto a los niveles de 1990.

Se estima que, en el año 2019, casi el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero fueron procedentes del sector del transporte. Por ello, y en línea con lo anterior, le sigue la implantación de un sistema de movilidad limpio y sostenible, adoptando medidas para que los vehículos nuevos sean de emisiones nulas en el año 2040, instalando puntos de recarga eléctrica en todo el territorio nacional, fomentando y facilitando el transporte público, entre otras [10]. Asimismo, se espera que al menos un 74% de la generación eléctrica sea de origen renovable y que en el consumo final de energía las alternativas renovables tengan un peso del 42% [11] en detrimento de los hidrocarburos, sobre los cuales se prohíben las prospecciones, así como su explotación en todo el territorio nacional. También se prohíbe el fracking.

El progreso de estas metas será revisado en el 2023.

Tanto las grandes empresas, como las entidades financieras y aseguradoras estarán bajo el foco, ya que a partir del 2023 deberán elaborar y emitir informes anuales donde especifiquen sus objetivos para favorecer la descarbonización de sus actividades.

Las grandes ciudades tendrán un papel importante ya que es donde más contaminación se concentra. Por ello, los municipios de más de 50.000 habitantes y los territorios insulares aplicarán una serie de medidas derivadas de la movilidad con el fin de reducir las emisiones de CO₂ y mejorar así la calidad de vida de los ciudadanos. Una de estas medidas será la obligatoriedad de disponer de zonas de bajas emisiones, como Madrid Central. Esto también será aplicable a los municipios de más de 20.000 habitantes siempre y cuando superen los índices de contaminación.

El creciente interés en la desinversión de los combustibles fósiles es un hecho evidente y con la introducción de esta Ley, podría decirse que tiene los días contados.

5.4.4. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021 – 2030

Propuesto por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, este plan surge tras la declaración de Emergencia Climática y Ambiental para dar respuesta y actuar de forma coordinada y eficaz frente a los riesgos y amenazas provocadas por el cambio climático. Cabe destacar que este plan se alinea con las nuevas medidas y políticas propuestas por el Consejo Europeo para combatir la pandemia del COVID – 19.

La energía, el transporte o la salud son algunos de los sectores clave presentes entre las diferentes 81 líneas de actuación que concretan el trabajo a desarrollar, y que guiarán a España hacia una reconstrucción estructural más respetuosa con el medio ambiente y más resistente frente a los impactos del cambio climático.

Además de todo esto, el documento incluye una serie de indicadores cuya finalidad es medir y evaluar los efectos producidos por el cambio climático, así como los progresos obtenidos con la implementación del mencionado plan. De esta manera, se aporta una visión más dinámica que permite analizar los resultados de una forma más clara y sencilla, facilitando la actualización y mejora de las medidas y políticas adoptadas.

Algunos de esos indicadores son: la temperatura media anual (°C), los días con ola de calor, la sequía meteorológica, los fallecimientos debido al calor excesivo, los casos autóctonos de enfermedades transmitidas por vectores, el índice de explotación del agua, etc.

El Gobierno deberá aprobar un plan de adaptación cada cinco años que además deberá incluir un informe de evaluación de previsibles riesgos e impactos en diversos escenarios posibles.

5.4.5. Estrategia de Transición Justa

Esta estrategia es considerada uno de los pilares fundamentales del Marco Estratégico de Energía y Clima y su objetivo principal consiste en optimizar las ganancias sociales de la Transición Ecológica y sus resultados para el empleo, así como mitigar sus posibles efectos negativos, dando apoyo a todos los individuos y entidades, y aprovechando todos los recursos y oportunidades existentes.

Uno de los problemas que trata de atajar esta estrategia es la precariedad laboral y el creciente nivel de contrataciones temporales (cifra que ronda el 27,5%), de forma que se apueste por generar más empleo, pero con unas condiciones dignas. En relación a la generación de dichos puestos de trabajo, se espera que uno de los sectores clave sea el de las renovables y la eficiencia energética. [12]

La implementación de la Estrategia de Transición Justa está pensada para poder ser nuevamente utilizada para posteriores cierres similares de otras tecnologías, como la generación de energía nuclear.

Entre las diversas medidas que incluye esta estrategia, se encuentra el Plan de Acción Urgente para comarcas de carbón y centrales en cierre 2019-2021 (Plan de Acción Urgente) cuyo fin es dar respuesta, a corto plazo, al cierre de explotaciones mineras, centrales térmicas de carbón y centrales nucleares a fecha 31 de diciembre de 2018. El indicador principal sobre el que se construye este plan es el empleo, además de los ingresos municipales. [13]

A raíz del Plan de Acción Urgente nacieron los Convenios de Transición Justa, mediante los cuales se pretende amortiguar los efectos que puedan provocar los mencionados cierres en la actividad económica. De esta forma, se busca mantener y crear el mayor número posible de puestos de trabajo, así como la dinamización del territorio, aprovechando y potenciando los recursos endógenos de cada región.

Las regiones participantes en esta estrategia son Asturias, Aragón, Castilla y León, Andalucía y Galicia.

5.4.6. Estrategia contra la Pobreza Energética 2019 – 2024

Definida por el Ministerio de Transición Ecológica, cumple con el Real Decreto-Ley 15/2018 del 5 de octubre por el cual se dispone la obligación de establecer medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. De esta forma, la energía pasa a considerarse un derecho fundamental y por ello debe garantizarse su acceso de manera segura a todos los ciudadanos.

Esta estrategia define el concepto de pobreza energética como “la situación en la que se encuentra un hogar en el que no pueden ser satisfechas las necesidades básicas de suministros de energía, como consecuencia de un nivel de ingresos insuficiente y que, en su caso, puede verse agravada por disponer de una vivienda ineficiente en energía.” Esto puede manifestarse de diversas maneras, como puede ser teniendo un gasto eléctrico demasiado elevado para el nivel de ingresos, dificultades para alcanzar o mantener una temperatura adecuada dentro de la vivienda, el retraso o la imposibilidad de pagar las facturas, etc.

Por otro lado, también define el concepto de consumidor vulnerable como “*el consumidor de energía eléctrica o de usos térmicos que se encuentra en situación de pobreza energética, pudiendo ser beneficiario de las medidas de apoyo establecidas por las administraciones*”. [14]

Los indicadores utilizados como base para medir la pobreza energética están marcados por el Observatorio Europeo contra la Pobreza Energética (EPOV) y son los siguientes:

- Gasto desproporcionado (%): hogares cuya proporción gasto energético-ingresos es más del doble de la media nacional.
- Pobreza energética escondida (%): hogares cuyo gasto energético es inferior a la mitad de la media nacional.
- Incapacidad para mantener la vivienda a una temperatura adecuada (%): hogares que no tienen la capacidad de mantener una temperatura adecuada.

- Retraso en el pago de facturas (%): población con retraso en el pago de las facturas.

En función del indicador utilizado, se estima que entre 3,5 y 8,1 millones de personas se encuentran en situación de pobreza energética en España.

Uno de los principales objetivos de esta estrategia es reducir en un 25%, como mínimo, cada uno de estos indicadores para el año 2025. [15]

Tabla 5.1. Objetivos de reducción de indicadores de pobreza energética. (Fuente: Elaboración propia.)

INDICADOR (%)	2017	2018	2019	OBJETIVO MÍNIMO AÑO 2025	OBJETIVO ÓPTIMO AÑO 2025
GASTO DESPROPORCIONADO	17,3	16,9	16,7	12,9	8,6
POBREZA ENERGÉTICA ESCONDIDA	10,7	11,0	10,6	8,0	5,4
TEMP. INADECUADA DE LA VIVIENDA	8,0	9,1	7,6	6,0	4,0
RETRASO EN PAGO DE FACTURAS	7,4	7,2	6,6	5,5	3,7

Tras un leve repunte de la pobreza energética escondida y la temperatura inadecuada de la vivienda en el año 2018, en general puede observarse una clara tendencia a la baja que invita al optimismo de cara a la consecución de los objetivos mínimos e incluso de los óptimos, incidiendo en los 4 ejes marcados por esta estrategia:

- Investigar más acerca de la pobreza energética y su funcionamiento.
- Fortalecer la acción contra la pobreza energética.
- Cambio estructural para la reducción de la pobreza energética.
- Proporcionar medidas de protección a todos los ciudadanos y fomentar la concienciación social.

Todos estos planes, proyectos y estrategias han cobrado aún más importancia tras la aparición de la pandemia de la COVID-19, ya que tienen un rol significativo en la etapa de transición de la Unión Europea hacia la neutralidad climática, de manera que favorecerá la recuperación de esta crisis sanitaria.

5.4.7. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Debido a la crisis causada por la pandemia de la COVID – 19, la economía española se ha visto gravemente afectada. La necesidad de implantar restricciones para frenar el virus, la destrucción masiva de gran cantidad de puestos de trabajo, la caída de la demanda... Han traído consigo una recesión mundial de la que será complicado salir, con un

descenso del PIB en España de casi el 11% en el año 2020. A su vez, la senda hacia la transición energética también se ha visto frenada.

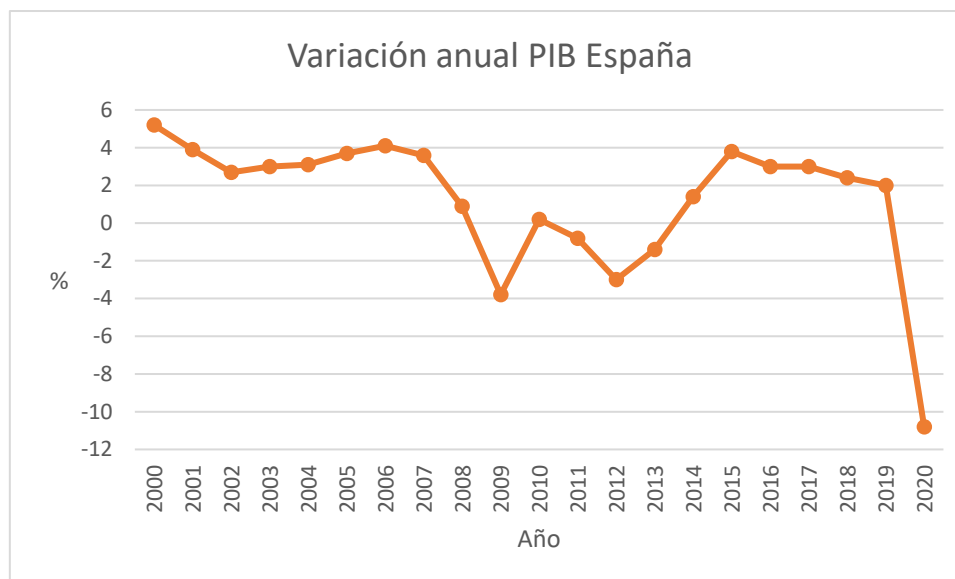


Figura 5.9. Variación anual PIB España. (Fuente: INE, elaboración propia)

Como se puede observar en la figura 5.9, en el año 2020, año de la pandemia del coronavirus, el PIB español ha sufrido el mayor desplome de los últimos años. Se dice incluso que ha sido el más importante desde 1936, cuando se desplomó un 26% durante la Guerra Civil [16].

Aunque el hundimiento real del PIB ha sido menor que lo estimado por el Gobierno (10,8% real, frente al más del 11% estimado), el dato anteriormente mencionado debe darnos una visión de la magnitud que tiene este histórico y preocupante hecho.

En respuesta a este importante problema, el Gobierno de España puso en marcha un plan para hacerle frente y luchar por el crecimiento económico, abogando por la modernización y fortalecimiento del sistema, y creando empleo. Esto supone una gran oportunidad no solo para combatir los estragos causados por la pandemia, sino para acelerar la consecución de los objetivos establecidos en el PNIEC 2021 – 2030.

El conjunto conformado por las estrategias explicadas anteriormente y, en especial, el Plan Nacional de Energía y Clima 2021 – 2030, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible han sido clave ya que han servido como base para la redacción y el desarrollo del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, que fue presentado en octubre del 2020 y aprobado en abril de 2021.

Conformado en base a 4 pilares, con 10 políticas palanca y 30 líneas de acción, este plan persigue una reforma estructural que permita el crecimiento económico de forma sólida, inclusiva y sostenible.

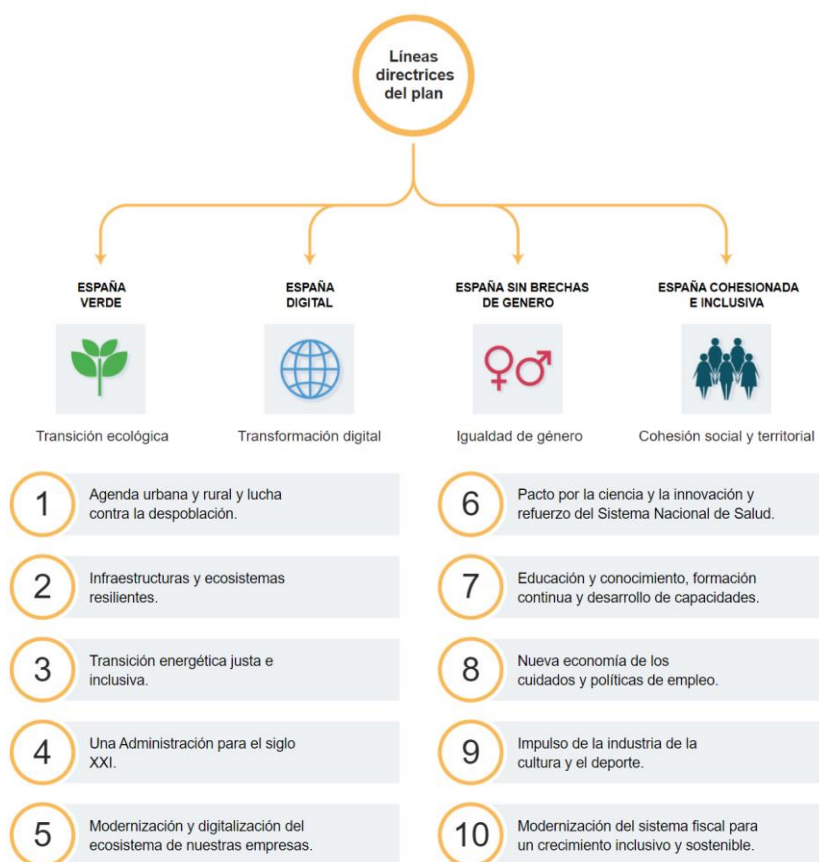


Figura 5.10. Líneas directrices del plan. (Fuente: lamoncloa.gob.es)

Según el documento final del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia [17], el Consejo Europeo ha movilizado en respuesta a esta excepcional situación un montante de 750.000 millones de euros, financiados mediante la emisión de deuda comunitaria. Este nuevo Fondo de Inversión llamado Next Generation EU, dotará a España de 140.000 millones de euros en forma de transferencias y créditos durante los próximos seis años.

Entre los años 2021 y 2023, de esos 140.000 millones de euros, se movilizarán 70.000 los cuales se repartirán de la siguiente manera: 39,12% para la transición ecológica, 29% para la transformación digital, 10,5% para la educación, i+D+I 7%, mientras que el resto será repartido para el refuerzo de la inclusión social y la cohesión del territorio.

Reparto de fondos por eje

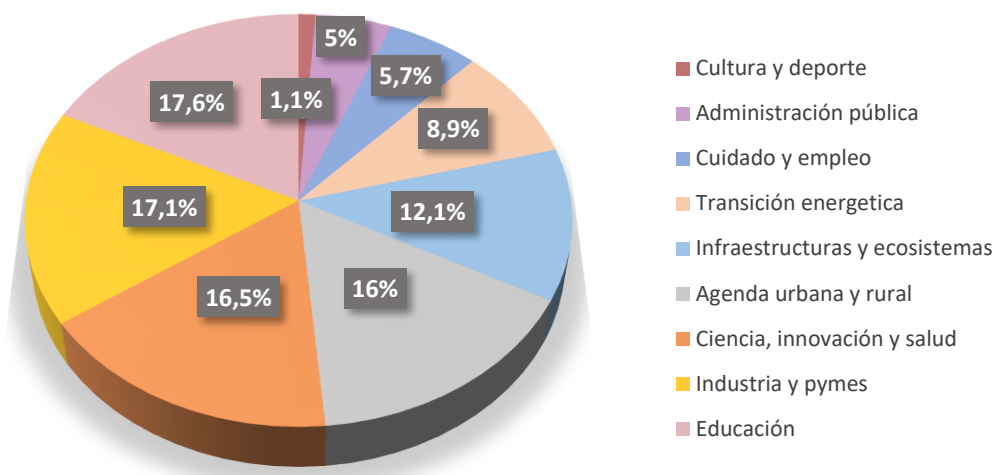


Figura 5.11. Reparto de fondos por eje. (Fuente: Plan de recuperación, transformación y resiliencia, elaboración propia)

En la figura 5.11 se puede observar de forma más detallada el reparto de fondos por eje, previsto para los próximos 3 años, y cuya inversión se espera que genere alrededor de 840.000 puestos de trabajo en tres años [18].

Se intuye el camino que la Unión Europea y el Gobierno de España quieren seguir simplemente con echar un ojo a los cuatro pilares sobre los que se sustenta este plan. Desde luego la transición ecológica está adquiriendo cada vez más relevancia, esto es claramente visible de forma que es el eje que mayor inversión va a percibir.

La crisis ambiental que estamos afrontando actualmente, está generando enormes costes económicos y sociales derivados de la pérdida de biodiversidad y degeneración de ecosistemas. Esto tiene un impacto tanto directo como indirecto a todos los niveles y ha sido la aparición de la crisis sanitaria provocada por el coronavirus la que ha demostrado la necesidad de acelerar la transición ecológica.

De cierta manera se busca aprovechar la crisis ambiental, fomentando y modernizando la industria, con la transformación del sistema hacia uno más eficiente y sostenible, de forma que además se creen nuevos puestos de trabajo que le hagan frente.

Tabla 5.2. Resumen de las diferentes estrategias. (Fuente: Elaboración propia)

Documento	Organismo emisor	Ámbito	Periodo de aplicación
Protocolo de Kioto	ONU	Internacional	2005 — 2020
Acuerdo de París	ONU	Internacional	2021 — 2030
Pacto verde europeo	Unión Europea	Internacional	2020 — 2050
Marco legislativo 2030. Paquete de invierno	Unión Europea	Internacional	2019 — 2030
Agenda 2030	Unión Europea	Internacional	2015 — 2030
Plan nacional integrado de energía y clima	Gobierno de España	Nacional	2021 — 2030
Estrategia descarbonización a largo plazo	Gobierno de España	Nacional	2021 — 2050
Ley cambio climático y transición energética	Gobierno de España	Nacional	2021 — 2050
Plan nacional de adaptación al cambio climático	Gobierno de España	Nacional	2021 — 2030
Estrategia de transición justa	Gobierno de España	Nacional	2019 — 2030
Estrategia contra pobreza energética	Gobierno de España	Nacional	2019 — 2024
Plan de recuperación, transformación y resiliencia	Gobierno de España	Nacional	2021 en adelante

5.5. EVOLUCIÓN FUNCIONAL Y TIPOLÓGICA DE LOS CENTROS HOSPITALARIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA

Es en el periodo griego donde se dejan atrás las creencias religiosas y místicas en relación con la medicina y se comienza a estudiar y analizar las enfermedades desde un punto de vista científico, objetivo y racional [19].

No existían los médicos como profesión, se trataba del oficio de la curación, cuya asistencia no era para todo el mundo igual, sino que estaba jerarquizada. Tampoco existían los hospitales tal y como los conocemos ahora.

Para entender la estructura de los centros hospitalarios actuales, es necesario conocer y comprender los anteriores, ya que son las sucesivas transformaciones que estos han ido sufriendo a lo largo de la historia junto con la adquisición progresiva de conocimientos, lo que nos ha llevado hasta las edificaciones existentes hoy en día.

A continuación, se desarrollará de forma cronológica la evolución de la tipología hospitalaria, sus transformaciones y justificaciones, desde la Antigua Grecia hasta la actualidad.

Antigua Grecia (1.200 a.C. – 146 a.C.)

De la Antigua Grecia los dos tipos de establecimientos “sanitarios” de los que más conocimiento se tiene son los siguientes:

- **Iatreion:** consistía en una especie de clínica privada con una sola cama para que los pacientes fueran atendidos y explorados por parte de los mejores médicos de la ciudad.
- **Asclepeion:** eran templos más cercanos al concepto de santuario termal, balneario o una especie de “templo-hospital”. Estaban consagrados al Dios Asclepio y gestionados por sacerdotes.

En Epidauro (Grecia), Pérgamo (Turquía), Cirene (Libia) o Atenas (Grecia) se ubicaron algunos de ellos. En España se encontraron los restos de una de estas construcciones en Ampurias, en la provincia de Girona.



Figura 5.12. Ruinas de un asclepeion en Kos, Grecia. (Fuente: Wikimedia Commons)

Imperio Romano (27 a.C. – 476 d.C.)

De la época del Imperio Romano se tiene información de unas cuantas construcciones más, en las cuales se puede observar una clara evolución respecto a las anteriores:

- Pandokheion: eran una especie de albergues de peregrinos, contruidos en caminos, donde podían alojarse de forma gratuita.
- Nosocomium: se denominaban así a las casas de acogida de enfermos.
- Xenodochium: en él se puede encontrar el origen de la idea occidental de lo que entendemos por “hospital”. Se trataba de una especie de albergue para forasteros. Son construcciones muchas veces vinculadas a las grandes rutas del Imperio Romano, como es el Camino de Santiago, rutas que fueron portadoras de plagas en esta época por el tránsito de viajeros. En España, el Obispo Mazona funda un xenodoquio en la ciudad de Mérida.
- Valentudinarium: conocidos en la era del emperador Augusto, era lo más parecido a un complejo asistencial bien organizado. Eran instalaciones de uso militar, situadas en las ciudades fronterizas del imperio y alejadas del centro de estas, concretamente en la “via Principalis” del campamento militar. Tenían un diseño cuadrado y uniforme, con un patio interior en el centro. Alrededor del patio se encontraba un corredor que daba acceso a cada habitación a través de sus propios vestíbulos individuales. Es importante destacar que, por primera vez, estas dependencias disponían de medicamentos e instrumentación.



Figura 5.13. Reconstrucción del valentudinarium del campamento romano de Vindonissa, en Suiza.
(Fuente: LM García, La cirugía en el imperio romano)

Con este tipo de distribución ya se observaba la búsqueda de mejoras en la edificación cuya finalidad no era más que la de mejorar la estancia de los enfermos, en este caso, reduciendo el ruido y la suciedad proveniente de los pasillos, y aumentando también la iluminación gracias a la apertura del patio y la instalación de numerosas ventanas.

Edad Media (476 d.C. – 1492 d.C.)

En esta época, el concepto de “asistencia al enfermo” estaría altamente vinculado a la caridad cristiana, el servicio al prójimo o la beneficencia. Existe un fuerte vínculo entre Iglesia y “hospitales”. Incluso algunas congregaciones y órdenes religiosas fundadas en estos siglos tenían su origen precisamente en la atención al desvalido.

Esto conlleva que los espacios de atención sanitaria más importantes de la época se encuentren dentro de los complejos monacales, monasterios, edificados por órdenes religiosas como los Benedictinos o los Cistercienses. Estos últimos solían distribuir los complejos monacales en 3 partes bien diferenciadas: el hospital de los monjes, que se encontraba fuera de la clausura, el hospital de los legos y el hospital destinado a peregrinos, que funcionaba como albergue.

Uno de los ejemplos más importantes es la Abadía de Saint-Gall (Suiza), construida en el año 820 d.C., de la que se conserva aún el plano. Está conformada por 40 edificios dispuestos en pabellones, entre los que se encuentra el hospital monacal, un edificio construido alrededor de un patio central, dividido en varias secciones interconectadas que albergan el alojamiento necesario para los enfermos.

Otro ejemplo que cabe mencionar es la Abadía de Ourscamp, situada en Oise, Francia. Su construcción data del año 1210 d.C. cuya distribución se basaba en una gran nave rectangular, en la cual se situaba en un extremo el altar y en el otro una chimenea para calentar el interior de la estancia. Las camas estaban extendidas a lo largo de los muros que, como desprendían frío, se cerraban las camas con cortinas para mantener el calor. La comodidad de los pacientes comenzaba a ser tenida en cuenta.

También se pensó en la ventilación y la iluminación, colocando unas ventanas más altas para la renovación del aire y otras más bajas, junto a un rosetón, para permitir la entrada de la luz del sol.



Figura 5.14. Edificio dedicado a la enfermería en la Abadía de Ourscamp.
(Fuente: monestirs.cat)



En la última parte del primer periodo de la Edad Media, son el bienestar y el confort del paciente los factores que están bajo el foco, por ello se comienza a buscar el mejor acondicionamiento de los espacios. De esta forma, nace una de las primeras tipologías hospitalarias, la “sala”. Aunque el componente religioso estaba aún muy presente, la iluminación natural, la ventilación y la temperatura adquirirán especial importancia.

Renacimiento (s. XV – s. XVI)

Se empieza a producir la separación de la Iglesia y los hospitales. El hospital deja de ser un lugar relacionado con la beneficencia y se transforma íntegramente en un centro para la enseñanza y el conocimiento médico. De este modo, pasarían de manos eclesiásticas a manos municipales administrativamente hablando, y dejarían de ubicarse en el extrarradio para integrarse en el tejido urbano.

La profesionalización de la medicina fue una opción puesta sobre la mesa que empezó a ganar peso. Con el apoyo de las ciudades más avanzadas de Europa, la profesión de médico que requeriría una formación especializada, con un estudio general durante varios años y la posterior superación de un examen, se convertiría en una realidad. Asimismo, la figura del médico pasaría a ser muy respetada por el pueblo.

El modelo arquitectónico de los hospitales de esta época es el hospital palaciego, que como su propio nombre indica, se configura de manera similar a los palacios renacentistas. Conformados por salas, pabellones o alas alrededor de claustros porticados, son construcciones de trazado regular y ortogonal que buscan simultáneamente belleza y funcionalidad.

Las diferentes dependencias estaban bien separadas y diferenciadas. Los patios tenían gran importancia porque aportaban iluminación y ventilación a todas las salas de enfermería.

Por primera vez se diseña un sistema de conducción y evacuación de aguas residuales, además también se dotó a los pacientes de un acceso directo a las letrinas desde sus respectivas habitaciones.

Otra gran novedad es la inclusión de forjados elevados que evitaban las humedades, también se utilizaban los laterales de los pabellones como sistema de ventilación y se incorporaron loggias (galería exterior) que permitían un mayor aprovechamiento solar.

La preocupación por la higiene y el bienestar de los pacientes seguían siendo aspectos prioritarios en el diseño, por ello las soluciones arquitectónicas comenzaban a ser cada vez más complejas y avanzadas.

La obra hospitalaria más emblemática de la época es el Ospedale Maggiore de Milán, construido en 1456, con capacidad para 350 pacientes.



Figura 5.15. Ospedale Maggiore de Milán. (Fuente: Wikimedia Commons)

Si bien este estilo tiene su origen en Italia, fue en España en el siglo XVI donde alcanzó su máximo esplendor.

s. XVI – s. XVIII

En este siglo, donde ya va siendo latente el impacto de la revolución industrial (con su cuna en Inglaterra), se produce el fenómeno de la “reunión de hospitales”. Se hace necesario el unificar pequeñas instalaciones asistenciales disgregadas en conjuntos hospitalarios más compactos. Este movimiento tiene su máxima expresión en España, de la mano de Felipe II, y supone la unión de albergues y pequeños centros asistenciales en lo que ahora conocemos como “hospitales generales”. Ejemplo de ello son el Hospital de la Santa Cruz y San Pablo de Barcelona o el Hospital Real de Santiago de Compostela.

Los avances en la medicina son notorios, uno de ellos, la especialización de los profesionales por patología, tiene su impacto directo en el diseño de hospitales, que comienzan a separar a sus pacientes según enfermedades y dolencias. El hospital pasa a ser entendido como un “equipamiento”, un servicio urbano, algo más allá de un mero edificio.

El movimiento arquitectónico predominante es el Racionalismo, donde la forma sigue a la función. Sigue siendo primordial la mejora de las condiciones higiénicas y de ventilación de estos edificios. La Teoría del Contagio, que defiende que las enfermedades son transmitidas por el aire, impulsa especialmente los avances en la línea de la ventilación.

El edificio clave para entender los importantes cambios acontecidos en esta época, en lo que a arquitectura sanitaria se refiere, es el Hôtel Dieu, en París, a finales de siglo. Tras varios incendios precisó de un proyecto de reconstrucción, abriendo las puertas a la implantación de sistemas modernos de ventilación. La importancia de este proyecto no sólo se encuentra en la ventilación, sino también en la preocupación por la orientación de los edificios para conseguir una adecuada incidencia solar e iluminación,

ya que la luz natural favorece el confort del paciente. Con este hecho y la aparición de diferentes epidemias, nace la distribución del hospital por pabellones. De esta forma, dispersando a los pacientes en espacios separados, se evitarían contagios en masa.



Figura 5.16. Hôtel Dieu después de su reconstrucción. París, 1878.
(Fuente: Wikiwand)

Es entre finales del s. XVIII y principios del s. XIX cuando la concepción social de “hospital” deja de ser “un viejo centro de asistencia para gente enferma” para convertirse en “el moderno hospital dedicado a curar a la gente” donde se le da a la medicina y a la ciencia la importancia que verdaderamente tienen.

Siglo XIX

Tras las grandes epidemias de la época, surgen movimientos higienistas que buscan la mejora de la salud y las condiciones de vida de una población en constante crecimiento. Gracias a estos movimientos, se promueve la instalación en grandes ciudades europeas de redes de suministro de aguas y de redes de alcantarillado (evacuación de aguas), lo que tendrá un impacto directo en la arquitectura hospitalaria, así como en el bienestar de sus pacientes.

La revolución industrial, el avance de “la máquina”, se traduce en estudios avanzados de sistemas de ventilación, dando lugar al nacimiento de la ventilación mecánica, que supone un hito en la arquitectura hospitalaria. El confort de las estancias interiores, la temperatura, ya no depende de la climatología, pues estos sistemas de lo que ahora conocemos como climatización, permiten mantener una temperatura estable de manera constante.

Asimismo, estos avances en lo referente a las instalaciones hacen que éstas se tengan en cuenta desde las fases iniciales de diseño de los edificios, contemplando espacios reservados para las máquinas de climatización, conductos de abastecimiento y evacuación de aguas, etc. Del mismo modo que con la revolución industrial se producen avances en las instalaciones, también lo hacen en la “ingeniería sanitaria” o “ingeniería



médica”, con el desarrollo de nuevas máquinas fruto del avance de la medicina, que también van a requerir de un mayor espacio para su alojamiento.

El Hospital Lariboisiere, situado en París, fue el primero en ser objeto de estudio para la integración de un sistema de climatización.

A finales de siglo e hilando con los comienzos del siglo XX, las aportaciones de estudiosos como Pasteur con su teoría microbiana de las infecciones, y las nuevas teorías de la medicina moderna, suponen un gran punto de inflexión en la escala de prioridades a la hora de diseñar un hospital.

La teoría microbiana trae consigo la afirmación de que no es el aire el “enemigo” transmisor de la infección, sino el propio paciente.

En este periodo también nacen los colegios oficiales de médicos.

Siglo XX

En el año 1907, Ochsner y Sturm observaron una problemática con la distribución de los hospitales por pabellones, el transporte de los pacientes de un área a otro tomaba demasiado tiempo, exponía al paciente a posibles infecciones y no se adaptaba a las nuevas necesidades e instrumentación médica. Por ello, determinaron la necesidad de compactar de alguna manera los hospitales. Así es como surgen los hospitales verticales o en altura [20].

Los hospitales centralizados poseen mayores ventajas a la hora de optimizar recursos, como por ejemplo la disminución del tiempo en los viajes de una zona a otra.

La medicina ha experimentado grandes avances, la esperanza de vida del paciente es mayor, su estancia en el hospital es menor, aumenta la especialización de la medicina, etc. Con la aparición del antibiótico, los contagios se vieron considerablemente reducidos, lo que se traduce en la necesidad de redistribución de los espacios en los hospitales.

La aparición del ascensor favorece enormemente esta compactación del hospital, que deja obsoleta la tipología de pabellón, por no estar ésta preparada para lidiar con las nuevas necesidades e instalaciones fruto de los avances médicos y tecnológicos. Los hospitales comienzan a construirse en altura, con más pisos en Estados Unidos que en Europa.

Esta tipología del hospital vertical va sufriendo modificaciones a lo largo del siglo, buscando estar en constante sintonía con los avances y necesidades sanitarias.

Años más tarde, nace el hospital “polibloque”, que mezcla la idea de pabellones con el hospital compactado o “monobloque”. Se trata de bloques de entre 8 y 9 plantas, separados por áreas médicas, que se conectan entre sí bien por galerías o bien funcionando como edificios independientes dentro de un conjunto hospitalario. Esta tipología responde a las necesidades fruto del periodo entre guerras mundiales, donde se hicieron necesarios grandes hospitales con gran capacidad de internación. Este concepto de conjunto hospitalario se ve acompañado de la idea del hospital no solo como centro de asistencia sino también como centro de docencia, aspecto que influye en su configuración espacial.



Durante la época de la posguerra, se empezó a ser consciente de la escasa cobertura sanitaria española en comparación con otros países europeos, por ello se creó el Seguro Obligatorio de Enfermedad (SOE) para trabajadores y empresarios, el cual era financiado entre el Estado y entidades privadas. Un tiempo después, con el objetivo de aumentar la cobertura del SOE, se creó el Plan Nacional de Instalaciones Sanitarias (PNIS) por medio del cual se desarrollaría una red pública sanitaria formada por hospitales y ambulatorios. En 1963, nace la Seguridad Social, que pretendía unificar la cobertura sanitaria.

A finales de siglo, la tipología del hospital vertical va perdiendo fuerza debido a sus limitaciones frente a tipologías de carácter más horizontal, sin dejar de ser compactas, que persiguen facilitar las posibles ampliaciones y reestructuraciones futuras, entre otros aspectos.

De tal manera, en los años 70 aflora el concepto de “hospital contenedor”. Este tipo de construcción hospitalaria se fundamentaba en varios aspectos que también tendrán su impacto en el s. XXI:

- Utilización de estructuras abiertas de gran luz
- Construcción de un menor número de plantas, haciendo estas más amplias, para no necesitar tanto el uso del ascensor, así como favorecer las relaciones horizontales
- Plantas técnicas y estructurales, que alberguen toda la maquinaria y conductos de mayor envergadura para así no interferir en la distribución ni circulaciones de las plantas de uso exclusivamente sanitario
- Mecanización del transporte, optimización de los recorridos
- Flexibilidad de las plantas en vistas a posibles cambios de uso, ampliaciones o adaptaciones
- Costes de mantenimiento del hospital y sus instalaciones
- Humanización del hospital, donde el paciente se ubicará en el centro y nuevos conceptos pasarán a tener una importancia clave para facilitar y mejorar la estancia y recuperación de este, como la decoración interior, la apertura de patios o zonas verdes, la cercanía del personal sanitario o las visitas familiares, entre otros

Durante los próximos 20 años, aparecerían los hospitales matriciales, que ocupan grandes superficies horizontales, y los hospitales lineales, que reinterpretan el sistema de pabellones adoptando esquemas lineales de amplitud indefinida y escasa densidad.

A partir de los años 80, se empiezan a construir numerosos hospitales comarcales, con un diseño mayormente horizontal, al que se le da gran importancia a la luz natural, y con un número máximo de 300 camas.

A finales de este siglo, lo que se perseguirá será impulsar la atención primaria, la atención socio-sanitaria, así como la salud pública mediante la adopción de diversas medidas.

s. XXI, actualidad

Como se puede apreciar en la Figura 6, el diseño hospitalario ha variado enormemente a lo largo de los años.

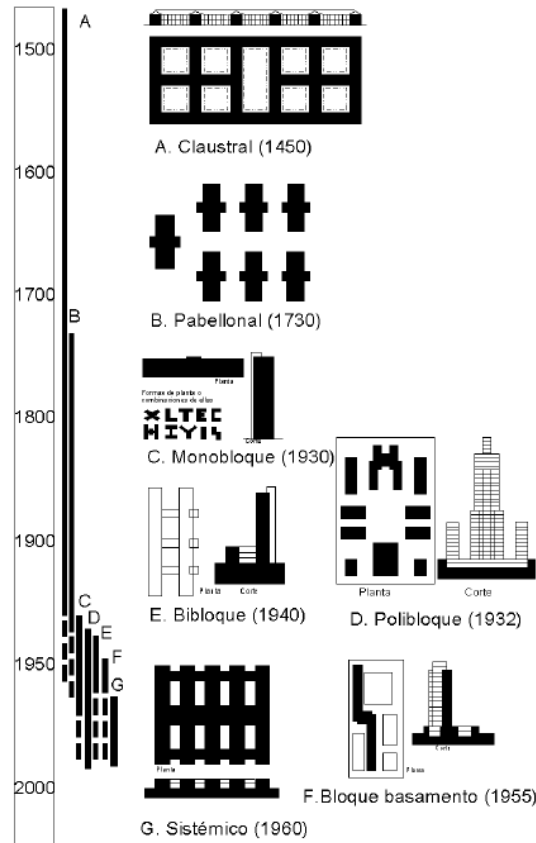


Figura 5.17. Evolución tipología hospitalaria. (Fuente: Evolución de los edificios hospitalarios. Aproximación a una visión tipológica, Czajkowski, 2000.)

Lejos de desaparecer, estos diseños constructivos han perdurado a lo largo de la historia, siendo objeto de variaciones. Se ha ido estudiando las ventajas y desventajas de cada una, los puntos susceptibles de mejora, analizando cuáles son sus mejores características, de modo y manera que muchas de ellas se conservan e implementan todavía hoy.

Actualmente, la construcción de hospitales tiene una base ambientalista, con la que se busca potenciar al máximo la eficiencia energética de los edificios. Junto a ella, también se persigue ese punto de confort extra para el paciente que le acerque al exterior y a la naturaleza, dejando a un lado la concepción de la estancia en el hospital como “estar encerrado entre cuatro paredes blancas”.



Si bien la sostenibilidad adquiere un gran peso a la hora de proyectar un centro de atención sanitaria (sea hospital o centro de salud), el bienestar del paciente, la seguridad y la calidad de atención, cuidado y tratamiento estarán siempre en primer lugar.

Dado que construir un edificio desde el principio, en este caso un hospital, es muy costoso, se opta por la reforma o rehabilitación energética de las edificaciones ya construidas. Estas serán sometidas a una serie de mejoras, tras un estudio exhaustivo, con el fin de que funcionen de la manera más eficiente posible.

En este aspecto, son las auditorías energéticas las que han entrado en juego con un papel muy importante en el análisis de las características energéticas de los edificios.

5.6. EFICIENCIA ENERGÉTICA. ¿QUÉ ES?

“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.” (Aedenat et al., 1998) [21]

“La eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro. Logrando, además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas.” (Poveda, 2005) [21]

En otras palabras, la eficiencia energética consiste en utilizar la energía de tal forma que, empleando la menor cantidad posible, se obtengan los mismos resultados y, además, se proteja el medio ambiente y se mantenga e incluso mejore la calidad de vida.

Si nos centramos en las acciones humanas, es el concepto de ahorro energético el que interviene. Este concepto se basa en la adopción de unos hábitos más sostenibles por parte de las personas en su vida diaria, mediante los cuales se evitaría el despilfarro de la energía. Ejemplo de ello puede ser apagar la luz al salir de una habitación, cerrar el grifo mientras enjabonas los platos o mantener una temperatura adecuada en el interior de casa, entre otros.

Podría decirse que el ahorro energético y la eficiencia energética se complementan.

Para que un hospital sea eficiente, deben coordinarse la disposición de infraestructuras que dispongan de tecnología de alta calidad, con una correcta y eficiente gestión de la energía.

5.7. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA

La eficiencia energética es una pieza fundamental en este periodo de transición energética.

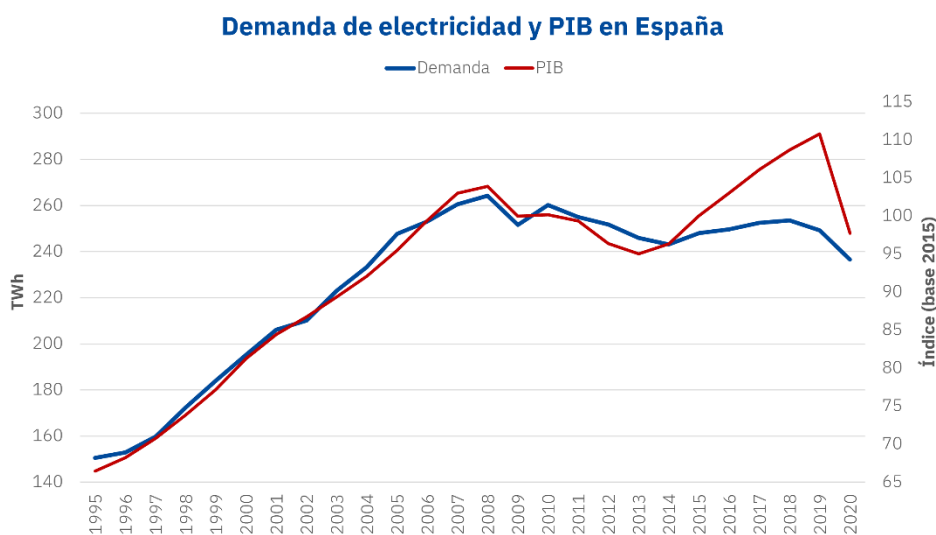


Figura 5.18. Evolución demanda electricidad y PIB en España. (Fuente: AleaSoft Energy Forecasting)

En la Figura 5.18, se comparan la evolución de la demanda eléctrica nacional y la evolución del producto interior bruto (PIB). En ella se puede apreciar como ambas curvas se desarrollan a la par hasta el año 2014. Al año siguiente, se observa un cambio de tendencia fruto de la recuperación económica tras la recesión sufrida a partir del 2008, mientras la demanda eléctrica crece poco a poco, el producto interior bruto se dispara.

Comparando los datos de las curvas entre los años 2007 y 2019, se estima que el PIB aumentó un 7,6%, en cambio la demanda eléctrica se redujo un 4,3% [22].

La diferencia entre ambas resulta el incremento de la eficiencia energética.

5.7.1. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

Desde la entrada en vigor del Real Decreto 2/2020 el 13 de enero del año 2020, el actual Gobierno de España está conformado por 22 Ministerios. De todos ellos, es el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) el que trata todos los temas en materia de energía, además de todo lo relacionado con el cambio climático, agua, biodiversidad, etc. Debido a esto, resulta ser el Ministerio más importante para el presente estudio y es fundamental conocerlo un poco más en profundidad.

Fue inicialmente creado en el año 2018 y ejercía las funciones tanto del Ministerio de Agricultura como del Ministerio de Energía, hasta que en el año 2020 fue renombrado como lo conocemos actualmente.

La justificación de la creación de este novedoso Ministerio recae en la necesidad de tener un departamento que aglutine todas las políticas y estrategias encaminadas a velar por un futuro sostenible del país. Por ello, posee todas las competencias

energéticas y medioambientales, además de las demográficas, para conseguir la completa descarbonización del país en el año 2050.

Entre sus funciones principales se encuentran:

- Elaborar la legislación nacional en materia de energía, así como desarrollar la política energética en España y asegurar el abastecimiento energético para todos los ciudadanos.
- Proponer y ejecutar la política del Gobierno en materia de lucha contra el cambio climático, la disminución de la contaminación, la protección de la biodiversidad, el patrimonio cultural y natural...
- Trabajar para la transición a un modelo productivo y social más ecológico.
- Elaborar también la legislación nacional en materia de aguas y costas.
- Gestionar el dominio público hidráulico y marítimo-terrestre.
- Desarrollar las políticas, estrategias y normativas correspondientes al reto demográfico.
- Actuar contra la despoblación.

5.7.2. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

Se trata de una entidad de carácter público que nace en España en el año 1974 como Centro de Estudios de la Energía (CEE) y que sus funciones se basaban en ejecutar estudios sectoriales en la industria, definir medidas técnicas para la conservación de la energía y promover las energías renovables.

Fue en el año 1984 cuando pasó a denominarse de la manera que lo conocemos hoy en día, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (por sus siglas, IDAE). Así pasaría a ser un organismo autónomo con autonomía técnica para realizar auditorías energéticas, planes de electrificación rural, diagnósticos de ahorro energético...

Tras una larga trayectoria histórica en la que ha ido ganando autonomía, poder, relevancia e importancia de forma paulatina, en el año 2020 el IDAE se adscribe al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a través de la Secretaría de Estado de Energía.

Actualmente es un organismo clave en el área de la transición ecológica. Ello se refleja en los Presupuestos Generales del Estado del año 2021, por los cuales este organismo percibirá 422 millones de euros [23] para ejercer sus funciones.

El IDAE gestiona el Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FEDER). Este fondo está constituido por la Ley 18/2014 y tiene como objetivo financiar los medios necesarios para dar apoyo económico, financiero, técnico y, en general, todo aquello imprescindible para aumentar la eficiencia energética en todos los sectores que conforman la sociedad para así poder cumplir el objetivo de ahorro energético nacional establecido por el Sistema Nacional de Obligaciones de Eficiencia Energética en el artículo 7 de la Directiva 2012/27/UE. En él se instaura la obligación por parte de cada Estado miembro de alcanzar un objetivo fijado de ahorro energético en el periodo comprendido entre los años 2014 – 2020. Este ahorro deberá darse en el marco de venta

y distribución de energía. El objetivo de España estaba inicialmente marcado en 15.320 ktep, pero en la revisión metodológica finalmente se aumentó hasta los 15.979 ktep [24].

El Sistema Nacional de Obligaciones de Eficiencia Energética es consecuencia directa de esta Ley, ya que es esta en donde se establece. Este sistema es aplicado tanto a empresas comercializadoras de electricidad y gas, como a operadores del petróleo y gases licuados al por mayor, por el que deberán pagar una cuota anual en materia de ahorro energético denominada “obligación de ahorro”.

Mediante esta Directiva se pretende crear un marco legislativo común en la Unión Europea para fomentar la eficiencia energética y cumplir los objetivos establecidos de ahorro energético.

De manera conjunta, estos dos organismos son los principales responsables de la gestión de la eficiencia energética en España. Asimismo, sobre ellos recae la mayor parte del peso de la transición energética nacional y la puesta en marcha de los mecanismos necesarios para facilitarla.

5.8. AUDITORÍA ENERGÉTICA. DEFINICIÓN Y PROCESO

Según el Real Decreto 56/2016 del 12 de febrero, se entiende por auditoría energética aquella metodología aplicada con el fin conocer el perfil de consumo de un edificio ya existente, así como de sus instalaciones y poder realizar un estudio que determine las posibles alternativas de ahorro de energía. Este procedimiento es realizado por expertos técnicos cualificados, los auditores energéticos.

Los edificios con un elevado consumo energético son sometidos a auditorías energéticas cada cierto tiempo. En este caso concreto, los hospitales son grandes consumidores de energía durante las 24 horas del día todos los días del año, por ello es interesante optimizar su eficiencia energética. Un factor muy importante a tener en cuenta es la necesidad de este tipo de instalaciones de tener un servicio seguro de manera ininterrumpida.

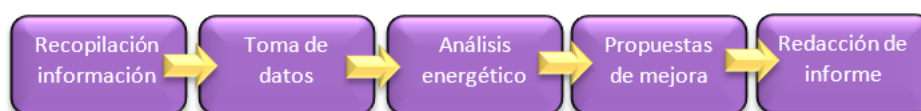


Figura 5.19. Proceso de auditoría energética. (Fuente: elaboración propia)

En la Figura 5.19 se describe el proceso a llevar a cabo para la realización de una auditoría energética en un hospital. A continuación, se detallará cada uno de los pasos:

1) Recopilación de información

Se recoge toda la documentación en relación con el edificio, localización geográfica y entorno, detalles de construcción, instalaciones y demás. También se solicitan las facturas de electricidad y gas y un inventario con los equipos consumidores de energía.

2) Toma de datos

Se realiza una visita al hospital para revisar su estado general y efectuar las mediciones pertinentes sobre los equipos consumidores de energía, conocer sus horarios de funcionamiento y todo aquello relacionado con el flujo energético.

3) Análisis energético

En este punto se analizan los datos recogidos y se detalla el balance energético.

Se estudia la distribución del consumo eléctrico, así como los indicadores energéticos establecidos con ayuda de cálculos numéricos, gráficas, etc.

4) Propuestas de mejora

Se proponen mejoras técnicas en materia de ahorro energético susceptibles de ser aplicadas en el hospital, valorando su potencial al mismo tiempo que su viabilidad económica. La finalidad es optimizar la energía, así como los costes.

Para el análisis económico se tiene en cuenta la inversión, así como su periodo de retorno y la estimación de ahorro.

5) Redacción del informe final

La auditoría finaliza con la redacción y emisión de un informe detallado del proyecto, donde se explica desde las características energéticas del hospital hasta las mejoras y recomendaciones propuestas al mismo tiempo que la viabilidad económica de cada una.

5.9. MARCO LEGAL

Si bien el listado de normativa aplicable relacionada con el tema que se refleja en este trabajo es más extenso, en este apartado se ha querido recoger aquella legislación más actualizada y que resulta más relevante.

5.9.1. Directivas europeas

- Reglamento UE 2017/1369, por el que se establece un marco para el etiquetado energético.

- Directiva UE 2018/2001, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva UE 2018/2002, por el que se establecen objetivos para la Unión Europea relativos a la eficiencia energética.
- Directiva UE 2018/844, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

5.9.2. Normativa nacional

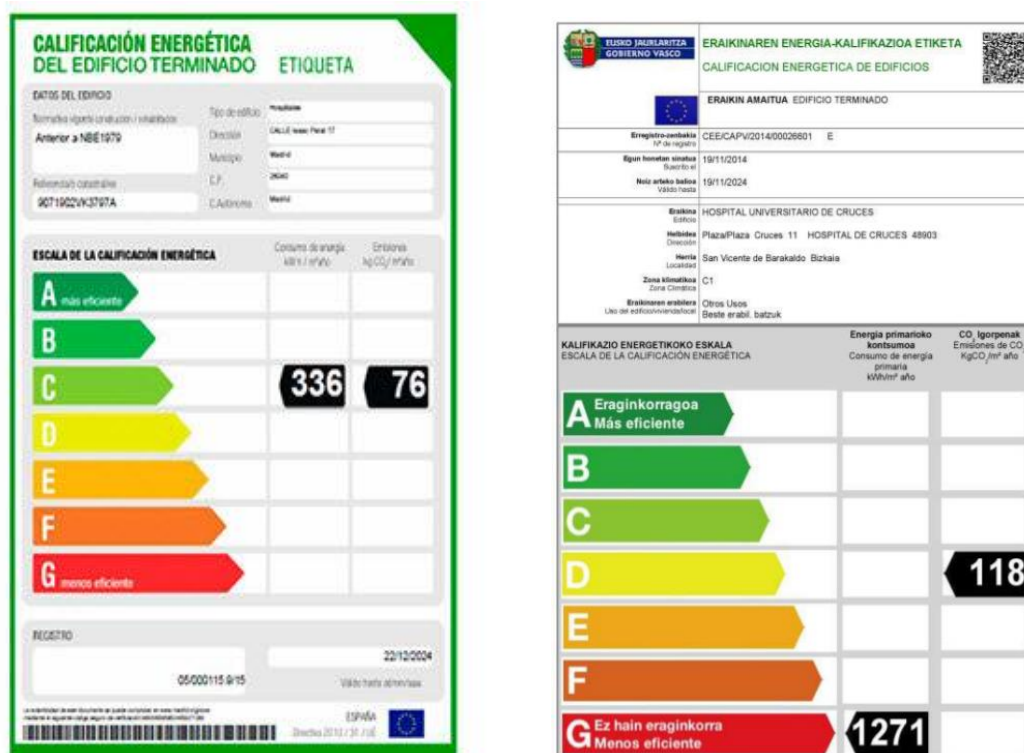
- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 1027/2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 56/2016, referente a auditorías energéticas.
- Real Decreto 564/2017, relativo a la certificación energética de edificios.
- Norma UNE 216501:2009, que define la metodología a seguir para la realización de auditorías energéticas.
- Norma UNE-EN 16001, relativa a los sistemas de gestión energética.
- Norma UNE-EN 16247, apartados UNE-EN 16247-1 y UNE-EN 16247-2, relativos a auditorías energéticas en edificios.
- Norma ISO 50001, norma de carácter internacional cuyo objetivo es gestionar y mejorar los sistemas energéticos.

5.10. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN HOSPITALES

En abril del 2013 entra en vigor el Real Decreto 235/2013, posteriormente transpuesto por el Real Decreto 564/2017, mediante el cual se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios.

Mediante el mencionado Decreto, se dispone que todos los edificios deben ser calificados energéticamente. Esto consiste en someter al edificio a un análisis de su envolvente térmica, las instalaciones de climatización, calefacción e iluminación. Tras ello, se expide un certificado en el cual se expresan tanto el consumo de energía primaria como las emisiones de CO₂ producidas. Dichos indicadores serán clasificados siguiendo una escala de 7 letras, desde la A (más eficiente) hasta la G (menos eficiente). El resultado será plasmado en la denominada etiqueta de eficiencia energética.

Existen una serie de herramientas de software informático, reconocidas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, además del Ministerio de Fomento, las cuales permiten obtener la certificación de un edificio, sea en fases iniciales de proyecto o una vez construido. Estas herramientas son LIDER-CALENER, CE3, CE3X, SG SAVE y CYPETHERM HE Plus.



Según vemos en la Figura 5.20, mientras el Hospital Clínico San Carlos es considerado un edificio bastante eficiente, con una calificación C en ambos indicadores, el Hospital Universitario de Cruces consigue una calificación D respecto a las emisiones de CO₂ y G respecto al consumo energético, sentenciando así la escasa eficiencia energética de este.

Esta etiqueta debe ser exhibida en todo edificio público, con una superficie útil total de más de 250 m², o privado, de más de 500 m², que preste servicios públicos a los ciudadanos, incluyendo los hospitales.

Además de la etiqueta de calificación energética, existen otras metodologías de certificación ambiental a nivel nacional e internacional. El carácter de las siguientes certificaciones es voluntario, pero cada vez son más conocidas y están adquiriendo cierta relevancia en cuanto al compromiso con el medio ambiente.

5.10.1. Certificación BREEAM

BREEAM® (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) consiste en una avanzada metodología de análisis y certificación de la sostenibilidad en el sector de la edificación, líder y referencia a nivel mundial con más de 591.000 edificios certificados en 90 países, de los cuales 1129 se encuentran en España.



Se formó en 1990 en el Reino Unido, pero no fue hasta 2009 cuando, debido a la gran demanda existente, amplió sus fronteras creando National Scheme Operators (NSOs), es decir, corporaciones de diversos países que adaptaron el certificado a sus respectivos idiomas, normativas y práctica constructiva. En España fueron BRE Global Ltd. (BRE) y el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG) quienes crearon un Consejo Asesor, con el correspondiente comité de certificación y constituyeron BREEAM® ES, que desde ese instante se convirtió en la única entidad responsable y capaz de hacer este tipo de certificaciones en el país.

Se trata de una certificación de carácter privado y voluntario, que analiza y evalúa impactos en las diferentes categorías de Gestión, Materiales, Transporte, Residuos, Agua, Salud y Bienestar, Innovación, Contaminación, Energía y Uso ecológico del suelo, para posteriormente asignar una puntuación que, junto a la correspondiente normativa y manuales técnicos de la metodología, servirá de referencia para la gestión de una construcción más eficiente y sostenible desde las fases iniciales de diseño del proyecto, hasta la explotación o el mantenimiento una vez finalizadas las obras. Es decir, ocupa el ciclo de vida completo del edificio.

A continuación, se enumeran los principales objetivos que persigue BREEAM® ES:

- Mejorar la calidad y el nivel de sostenibilidad de la edificación en España.
- Mejorar el rendimiento medioambiental de los edificios y reducir los impactos ambientales que puedan producir durante su ciclo de vida.
- Reconocer y promocionar las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el mercado.
- Promover los beneficios económicos de la sostenibilidad.
- Proveer un método completo de medición y monitorización del rendimiento ambiental de los edificios.
- Considerar todas las áreas que engloba la sostenibilidad.
- Ser una referencia en el mercado, siendo un factor diferencial.

Esta metodología supone un gran avance, no sólo en el sector de la construcción, sino también en el ambiental y sanitario ya que, por ejemplo, una reducción de las emisiones de CO₂ afecta directamente y de forma positiva al medio ambiente y la salud de los ciudadanos. Esto también implica beneficios económicos, debido a que el consumo energético puede reducirse entre un 50%-70%, el consumo de agua hasta un 40% y los gastos de funcionamiento y mantenimiento entre un 7%-8%, según indican los técnicos de BREEAM® ES. [25]

Cabe destacar que, al mismo tiempo que avanza la sociedad, así lo hace esta certificación, manteniéndose continuamente actualizada.

En el mundo hay una gran cantidad de edificios emblemáticos que poseen este certificado, como pueden ser el skyline de Londres, la terminal 2 del aeropuerto de Heathrow (también en Londres), Ikea en Suecia, Coca-Cola en Francia, la Torre Agbar en Barcelona, etc.

Si nos fijamos en España, concretamente en el sector sanitario, podemos encontrar diversos edificios ya certificados:

- Hospital Sanitas CIMA (Barcelona)
- Consultorio Periférico de Colloto (Oviedo)
- Hospital Álvaro Cunqueiro (Vigo)
- Hospital Universitario Infanta Sofía (Madrid)

A continuación, se detallarán brevemente las principales particularidades de algunos de estos hospitales.

5.10.1.1. Hospital Universitario Infanta Sofía

El Hospital Universitario Infanta Sofía está ubicado en San Sebastián de los Reyes, en la Comunidad de Madrid y está gestionado por ACCIONA. Fue el primer hospital de España en conseguir el certificado de sostenibilidad BREEAM gracias a su buena gestión ambiental, en el año 2014.



Figura 5.21. Hospital Universitario Infanta Sofía. (Fuente: breeam.es)

Este hospital ha implementado una serie de mejoras como la sustitución de la iluminación antigua por tecnología led, un uso de la climatización más ajustado a las necesidades de cada momento y entorno, la instalación de sistemas de monitorización que permiten un análisis más exhaustivo de la gestión energética del edificio en tiempo real, o la adopción de equipos más eficientes, entre otras. Es debido señalar que ya en su propuesta de diseño, se tuvo en cuenta el máximo aprovechamiento de la luz natural,

así como de la amplitud de sus espacios interiores, factor importante a la hora de hablar del consumo energético.

Todo ello se traduce en una reducción de más de un 50% del consumo de gas natural, un 20% del consumo de electricidad, un 18% del consumo de agua, así como la reducción de las emisiones de CO₂ en un 26% desde el año 2011.

Además de todo esto, también se realizaron campañas de concienciación tanto para el personal sanitario como para los pacientes, en las cuales se trataba de educar en unos hábitos más adecuados, como puede ser apagar las luces al salir de una habitación, una correcta gestión de los residuos y un consumo comedido del papel.

Esta gestión ha llevado al Hospital Universitario Infanta Sofía a ganar el premio “Public Sector – In Use” de los BREEAM Awards 2020, por el cual se reconoce al inmueble público más innovador y sostenible del año mediante el esquema BREEAM® En Uso. Dicho hospital ha recibido una calificación de “Muy Bueno” en los rasgos que se relacionan con la edificación y un “Excelente” en su gestión. Desde que fue notificado su primer certificado, el hospital ha ido mejorando sus consumos y, por consiguiente, sus calificaciones. [26]

5.10.1.2. Hospital Álvaro Cunqueiro

El hospital Álvaro Cunqueiro se encuentra en Vigo, ciudad perteneciente a la provincia de Pontevedra, en Galicia. Fue el primer hospital de España, de nueva construcción, en recibir el certificado BREEAM®. Aún estaba en fase de diseño cuando fue notificada su certificación. Este hecho hizo que se convirtiera en un proyecto novedoso y revolucionario a nivel europeo, pionero y referencia en el territorio español.



Figura 5.22. Hospital Álvaro Cunqueiro. (Fuente: pondio.com)



Algunas de las medidas implementadas en esta edificación y que hacen del hospital, no solo una construcción sostenible y eficiente, sino también respetuosa con el medio ambiente son, entre otras [27]:

- Aprovechamiento de la luz natural.
- Uso de iluminación de tecnología LED.
- Gestión correctamente regulada de la climatización con un sistema de control centralizado y de alta eficiencia.
- Uso de detectores de ambiente que regulan la ventilación de cada estancia en función de la cantidad de personas que allí se encuentren.
- Utilización de cristaleras con filtro solar y doble aislamiento que minimizan las pérdidas de calor en invierno, así como el aumento de temperatura en el interior en verano.
- Cubiertas ajardinadas con especies vegetales autóctonas con escasa necesidad de riego.
- Adopción de sistemas que permitan la recuperación de aguas de lluvia.
- Producción de energía térmica mediante calderas de biomasa.
- Recuperación y aprovechamiento de gases producto de la combustión.
- Instalación de elementos que conforman el sistema de agua caliente sanitaria de bajo consumo.
- Integración del edificio en el paisaje, preservando los elementos naturales existentes y adaptando la arquitectura a la zona donde está ubicado.

Además, también cuenta con varias estaciones de carga para vehículos eléctricos y una instalación fotovoltaica de 187 kWp, que producen 253.073 kWh/año y que suponen una reducción de emisiones de CO₂ de 98 t/año aproximadamente. [28]

Respecto a la integración y adaptación del edificio al paisaje y entorno cabe destacar la “Senda Biosaudable Hospital Álvaro Cunqueiro”, un paseo de 2,1 km que circula de forma paralela al Río Barxa y que rodea por completo el hospital. Este paseo, en el cual se pueden encontrar desde saltos de agua hasta puentes de madera, se restauró ecológicamente, preservando y protegiendo los elementos naturales ya existentes y plantando nuevas especies vegetales autóctonas. Hoy en día es una zona de esparcimiento y disfrute abierta a todo el mundo, a su vez supone un soplo de aire fresco para aquellas personas que tengan que hacer uso del hospital. [29]

De esta forma, es posible integrar una construcción y gestión sostenible en un edificio de la magnitud e importancia como es un hospital, que produzca un menor consumo energético, que respete el medio ambiente, y a su vez, siendo esto lo más importante, asegure el bienestar y la salud de los pacientes que necesiten hacer uso de estas instalaciones.

5.10.2. Certificación LEED

La certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) tiene su origen en Estados Unidos, desarrollada en el año 1993 por el US Green Building Council (Consejo

de Construcción Verde de los Estados Unidos). En un primer momento se utilizaba exclusivamente en dicho país para la certificación de edificaciones, pero rápidamente se extendió por el resto del mundo, contando hoy en día con presencia en todo tipo de edificios, tanto de nueva construcción como rehabilitados (incluyendo edificios de carácter hospitalario), internacionalmente. Hoy en día, existen más de 14.000 construcciones con certificación LEED.

En España existe un organismo encargado de los certificados LEED, el GBCe (Green Building Council España), que trabaja en conjunto con el USGBC (Green Building Council de Estados Unidos y otros países) para adaptar este tipo de certificación a las normativas de cada país.

Es un sistema de evaluación y certificación cuyo objetivo no es más que el de desarrollar edificios de alta eficiencia energética. Para obtener esta certificación, deben implementarse estrategias sostenibles desde la fase de proyecto hasta la finalización del mismo.

Los criterios principales sometidos a evaluación son:

- Recursos y materiales empleados respetuosos con el medio ambiente
- Uso eficiente del agua
- Desarrollo sobre terreno marginal
- Uso eficiente de la energía
- Calidad del ambiente interior del edificio
- Innovación del diseño

Una de las grandes ventajas de LEED, es que se puede aplicar a cualquier tipo de instalación. Tanto edificios existentes como nuevas construcciones ya sean viviendas, centros comerciales u hospitales entre otros. También se pueden certificar interiores comerciales, barrios e incluso ciudades.

Se clasifica en base a un criterio de puntos, repartidos en función del cumplimiento de determinados requisitos y condiciones. En función de los puntos obtenidos por el edificio, este se puede clasificar en:

- Certificado (LEED Certificate): entre 40 y 49 puntos
- Plata (LEED Silver): entre 50 y 59 puntos
- Oro (LEED Gold): entre 60 y 79 puntos
- Platino (LEED Platinum): más de 80 puntos

El máximo de puntos que se puede alcanzar es 100 pero, además, este modelo tiene una característica especial, y es que se pueden alcanzar 10 puntos extra con los llamados “créditos regionales”. Para conseguirlos deben ponerse en práctica estrategias que aborden problemas medioambientales de la región en la que se encuentre el emplazamiento del edificio.

La certificación LEED no solo aporta el prestigio característico de un edificio “verde”, sino que además garantiza una mejor conservación de los recursos, la reducción de las

emisiones y la mejora de la salud de quien los ocupe, ya sea una vivienda, una oficina o un hospital.

El Hospital Northwestern Medicine Lake Forest Hospital en Illinois o el Centro Médico Medicadiz Ibagué en Colombia, son algunas de las construcciones sanitarias poseedoras de esta certificación.

En España, el único hospital con certificación LEED es el Hospital Fraternidad-Muprespa Habana, ubicado en Madrid.

5.10.2.1. Hospital Fraternidad-Muprespa Habana

Este hospital, en abril de 2019, fue el primer edificio de Europa, relacionado con la actividad sanitaria, en conseguir una certificación LEED Platino, logrando así la acreditación más alta.

Perteneciendo a una entidad de carácter privado, una empresa mutualista, este hospital fue construido en base a los criterios establecidos por LEED. Es decir, desde la fase de proyecto se siguieron unas pautas muy exigentes con el fin de obtener la acreditación.



Figura 5.23. Hospital Fraternidad-Muprespa Habana. Cubierta con paneles fotovoltaicos. (Fuente: fraternidad.com)

Se estima que el ahorro energético respecto al edificio de referencia supone un 43%. En su cubierta hay situados 600 m² de paneles fotovoltaicos que producen aproximadamente 137.000 kWh al año, lo que le permite ahorrar un 10% de electricidad. Asimismo, se han instalado 120 m² de paneles solares térmicos que sirven el 90% del consumo de agua caliente sanitaria del hospital cada día. Siguiendo con el uso eficiente del agua, los innovadores sistemas instalados permiten la reutilización de 8.000 litros de agua, lo que supone un ahorro anual de 3 millones de litros. Por otro lado, para mejorar la calidad del aire en el interior del edificio se instalaron filtros de polarización activa, que aumentan el rendimiento de los equipos de climatización, y se

optó por la colocación de pavimento fotocatalítico biocida. Además, también posee tres cubiertas vegetales de especies autóctonas que no necesitan riego, instaladas con el propósito de reducir el calor desprendido por el edificio, así como absorber sus emisiones. Estas cubiertas, colocadas en 3 de sus plantas, tienen otra importante función que no es otra que servir de lugar de esparcimiento para pacientes y familiares. La envolvente del edificio tiene integrada un aislamiento térmico de máxima calidad que le permite reducir el consumo de energía en los sistemas de calefacción y refrigeración. Otro hecho destacable es que los materiales utilizados para la construcción del edificio son de naturaleza renovable, en su mayoría reciclados y producidos en la Comunidad de Madrid. Todos estos factores han determinado que su certificado de eficiencia energética lo sitúe en la Clase A, tanto en relación con el consumo energético como de emisiones de CO₂. [30]

5.10.3. Certificación VERDE

VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios) es una certificación de origen español, desarrollada por el Green Building Council España (GBCe). Es una herramienta de la evaluación de la sostenibilidad de los edificios a nivel nacional.

El análisis se realiza a lo largo y ancho de todo el ciclo de vida del edificio, comparando los criterios evaluados sobre este con los de otro edificio de referencia.

Los criterios sometidos a evaluación son los siguientes:

- Emplazamiento
- Energía y atmósfera
- Recursos naturales
- Calidad del ambiente interior
- Calidad del servicio
- Características sociales y económicas
- Innovación y calidad del diseño

A cada uno de estos criterios se le asignará una puntuación de 0 a 5. El resultado dependerá del impacto medio final hallado y según ello se le asignarán entre 0 y 5 hojas VERDE, siendo 5 la máxima clasificación. Este método sigue la línea del CTE (Código Técnico de Edificación) y las directivas europeas.

Desde la entidad se hace una serie de recomendaciones [31] sobre la construcción o rehabilitación del edificio para conseguir la acreditación, entre otras:

- Construcción de una cubierta vegetal en el 75% de la superficie total (mínimo)
- Utilización de elementos altamente reflectantes
- Que el 60% de los materiales utilizados sean producidos cerca del emplazamiento
- Aplicar energías renovables siempre que sea posible
- Reutilizar un 60% del agua, ya sea mediante la implementación de tecnologías que permitan renovar esa agua y/o aprovechar el agua de las lluvias



- Asegurar el confort térmico, lumínico y acústico

Actualmente solo existe un centro de asistencia sanitaria con esta certificación, la Sede Mutua Universal de Logroño.

Como acabamos de ver, VERDE tiene un rango de actuación exclusivamente nacional. Por otra parte, aunque que la certificación LEED tiene un enfoque global, precisa de adaptaciones en función del país donde se quiera aplicar. En cambio, la certificación BREEAM utiliza un esquema internacional. Debido a esto, a pesar de que LEED está extendido por todo el mundo, es BREEAM el que gana peso en la zona europea con un gran número de proyectos certificados.

Tanto la certificación VERDE, como LEED y BREEAM evalúan criterios ambientales que posteriormente clasifican según cada una de sus jerarquías internas. Todas ellas tienen el mismo objetivo: premiar la reducción del consumo energético de igual modo que las emisiones de CO₂. Se pueden complementar perfectamente en un mismo proyecto.

Aunque la obtención de estas acreditaciones sea de carácter voluntario, supone una seña de identidad con una elevada repercusión a nivel social. No solo por la imagen, que también, sino por las evidentes mejoras que ello supone y que se hacen patentes en la sociedad. A mayor ahorro energético, mayor ahorro económico. Cuando esto va acompañado de mejoras notables y la correspondiente satisfacción pública, es de esperar que estas prácticas se extiendan hasta el punto de volverse un requisito indispensable.

5.10.4. Otras certificaciones

Además de las mencionadas anteriormente, existen otras certificaciones de construcción de edificios sostenibles que pueden resultar interesantes:

- Certificación Passivhaus
- Certificación Minergie-Eco
- Certificación DGNB
- Certificación WELL

5.11. PROYECTO LIFE SMART HOSPITAL

LIFE SMART Hospital es un proyecto que promueve la sostenibilidad en el sector sanitario a través de determinados planes de acción en los 3 ejes sobre los que se fundamenta: la energía, el agua y los residuos. Con ello se busca minimizar la huella de carbono de los edificios dedicados a la asistencia sanitaria, reduciendo así las emisiones que producen.

Este proyecto, con un presupuesto de 1,8 millones de euros y financiado por el programa LIFE de la Unión Europea, se llevó a cabo en el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid desde su inicio en el año 2014 hasta su finalización en 2017.

Este experimento fue ampliamente reconocido en Europa, ya que consiguió clasificarse entre los nueve finalistas al premio de mejor proyecto LIFE en el año 2019.



Las diferentes medidas adoptadas resultaron en un uso eficiente de la energía y una gestión sostenible y responsable del agua y los residuos. Se obtuvo un ahorro del 42% en el consumo de energía eléctrica, del 4% de energía térmica y del 16% en el consumo de agua, a su vez se redujeron los residuos depositados en el vertedero en un 43%. Estos aspectos y todo lo que a ellos refiere serán detallados en el posterior capítulo.

6. METODOLOGÍA

Para el correcto desarrollo de este trabajo y cada uno de los capítulos que lo componen, la recopilación de información es una parte fundamental. Por ello, se ha realizado una exhaustiva labor de investigación cuyo fin no era otro que recabar la mayor cantidad de información posible -y de calidad- que permitiera una adecuada realización del mismo.

En los tiempos que corren actualmente, se reforman más edificios de los que se construyen, resultando esta la opción más económica.

Si bien lo ideal es proyectarlo desde cero con una idea preconcebida que abogue por la sostenibilidad, la realidad es que la dinámica en España en los últimos años, desde que estalló la burbuja inmobiliaria, es la reforma de los edificios existentes. Además, muchos de ellos, que son propiedad de la Administración Pública, están llegando a su punto máximo de vida útil, y es a partir de aquí cuando empiezan a mostrar patologías que comprometen el correcto funcionamiento del mismo y el bienestar de sus ocupantes. Estos edificios, al ser ya antiguos empiezan a estar lejos de los parámetros mínimos regidos por la normativa actual.

De esta forma aparece la corriente de rehabilitación o reforma de edificios ya existentes, intentando reconvertirlos en edificios, unas veces mejorados en algunos aspectos concretos y otras veces con la etiqueta de “sostenible”. De igual manera, se intenta aproximar sus valores, ya sean constructivos, de accesibilidad o de eficiencia energética, entre otros, a los de la construcción actual.

Este trabajo busca conocer de qué manera tratar estos edificios, en concreto aquellos de carácter hospitalario, qué medidas se pueden implementar para darles una segunda vida útil y convertirlos en edificios más respetuosos con el medio ambiente, mejorando a su vez la calidad de vida de los pacientes. Todo esto va en línea con la corriente de diseño de los hospitales del siglo XXI la cual persigue la humanización de los mismos.

6.1. SOBRE CE3X, PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

CE3X es un software informático de uso libre, facilitado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, desarrollado conjuntamente por Efinovatic y el CENER (Centro Nacional de Energías Renovables) y propiedad del IDAE.

Este programa permite realizar certificados energéticos en edificios existentes, de una forma más simplificada que otros como CYPETHERM o LIDER-CALENER.

Lo que hace básicamente CE3X es comparar e interpolar los datos del edificio objeto de estudio con otro de características similares presente en su amplia base de datos. En función de esto, devuelve una calificación energética y da opción a introducir mejora de ahorro energético preestablecidas por el mismo programa o definidas por el usuario. Además de esto, también permite generar un documento con toda la información recogida y realizar un análisis económico a partir de las facturas de las que se disponga, o en su caso, estimaciones.

Es una herramienta bastante flexible, ya que a la hora de introducir los datos ofrece varias opciones en función de la información técnica del edificio de la que se disponga

(valores por defecto, estimados o conocidos). Esto es algo muy útil cuando se busca hacer una certificación global de un edificio de escala mediana como puede ser una vivienda, donde no supone un gran problema el no conocer algunos datos ya que, por ley, en estos casos el fin principal es obtener la certificación energética cuando se desea realizar una compra-venta del inmueble.

Con el objetivo de adaptarse a las necesidades que pueden ir surgiendo en el sector, CE3X tiene la posibilidad de instalar complementos que amplían sus funcionalidades como puede ser el de certificación de edificios de nueva construcción.

6.2. CASO PRÁCTICO DE ESTUDIO: HOSPITAL DE NAVARRA

6.2.1. Contexto general del hospital

El edificio sanitario sobre el que se sentarán las bases de este trabajo es el Hospital de Navarra, perteneciente al Complejo Hospitalario de Navarra y gestionado por el Servicio Navarro de Salud. Está ubicado en la calle de Irunlarrea 3, CP 31008, en Pamplona, Navarra. Zona climática D1, factor importante a tener en cuenta ya que está directamente relacionado con la eficiencia energética del edificio.

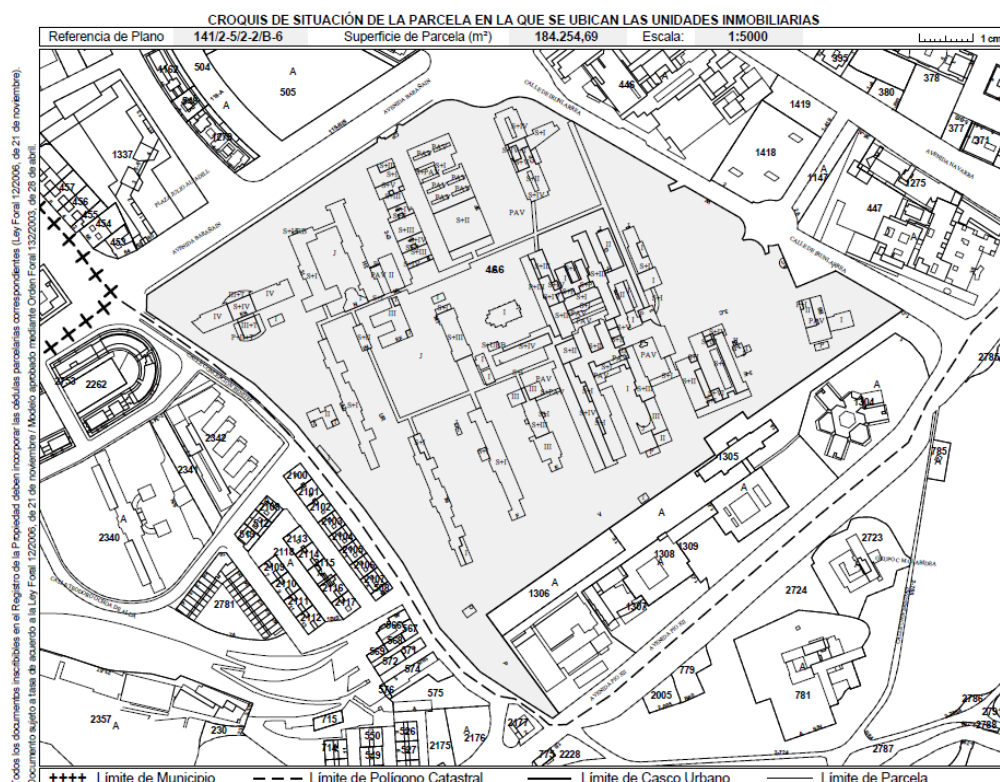


Figura 6.1. Referencia catastral del Hospital de Navarra.

inicio de su construcción data del año 1906, que en un principio fue de iniciativa privada con la concesión de las parcelas del Prado de Barañáin, de forma que el edificio era conocido como el Hospital de Barañáin. Su distribución constaba de veintinueve edificios organizados en tres filas de pabellones de planta baja, con capilla e incluso

viviendas habilitadas para el personal. Años más tarde se paralizó la obra y se cedieron los terrenos al ayuntamiento de Pamplona que, posteriormente en el año 1928 cedería al Estado para instalar el Patronato Nacional de Ciegos. Al reestablecer las obras, los pabellones se ampliaron dos plantas manteniendo el diseño inicial de la fachada. Una vez el Patronato desapareció, las instalaciones fueron adquiridas por la Diputación Foral de Navarra. Ya entre los años 50 y 80, la disposición organizativa cambió, convirtiendo las salas grandes en habitaciones y construyendo un edificio central que serviría para conectar los pabellones A, B, C y D. El hospital se mantuvo constantemente sometido a transformaciones, cambios organizativos y ampliaciones hasta bien entrado el siglo XXI.

En el año 2011 se fundó el Complejo Hospitalario de Navarra, con el objetivo de unificar y centralizar la gestión de este hospital junto con el Hospital Virgen del Camino, la Clínica Ubarmin y el centro de especialidades Príncipe de Viana.

Según el plano catastral de la Figura 6.1, la superficie de la parcela es de 184.254 m² aproximadamente. Con una superficie construida de 126.017 m², este hospital tiene una estructura horizontal y está conformado por 25 pabellones de diferentes alturas cada uno, que están interconectados entre sí a través de galerías subterráneas.



Figura 6.2. Plano distributivo del hospital. (Fuente: Navarrabiomed)

Entre estos pabellones se encuentran también la zona de Urgencias, distintos laboratorios y espacios dedicados a la investigación y la docencia, el banco de sangre, las salas de rayos X, etc.

Tiene carácter de Hospital General, por lo que resulta uno de los más importantes de la región, con alrededor de 550 camas disponibles para albergar pacientes.



Figura 6.3. Complejo Hospitalario de Navarra. (Fuente: Diario de noticias de Navarra)

Posee un equipamiento tecnológico muy amplio constituido por, entre otros:

- 13 quirófanos
- 3 aceleradores lineales
- 1 resonancia magnética
- 5 TAC
- 1 angiógrafo digital
- 1 equipo braquiterapia
- 2 gammacámaras
- 1 sala hemodinámica
- 1 sala de electrofisiología
- 3 mamógrafos
- 22 ecógrafos
- 1 sala RX digestivo

Resulta relevante mencionar que de todos los edificios que conforman el hospital, tan solo el de Urgencias y los pabellones C (donde se alberga la UCI) y CIB (Centro de Investigación Biomédica) poseen instalaciones y equipamiento de alta eficiencia energética.

En el diseño de estos edificios no es solo importante la concepción del edificio en sí, la parte constructiva, también es fundamental conocer todas las características de su emplazamiento. El clima, por ejemplo, resulta un factor clave en el uso de los sistemas de climatización.

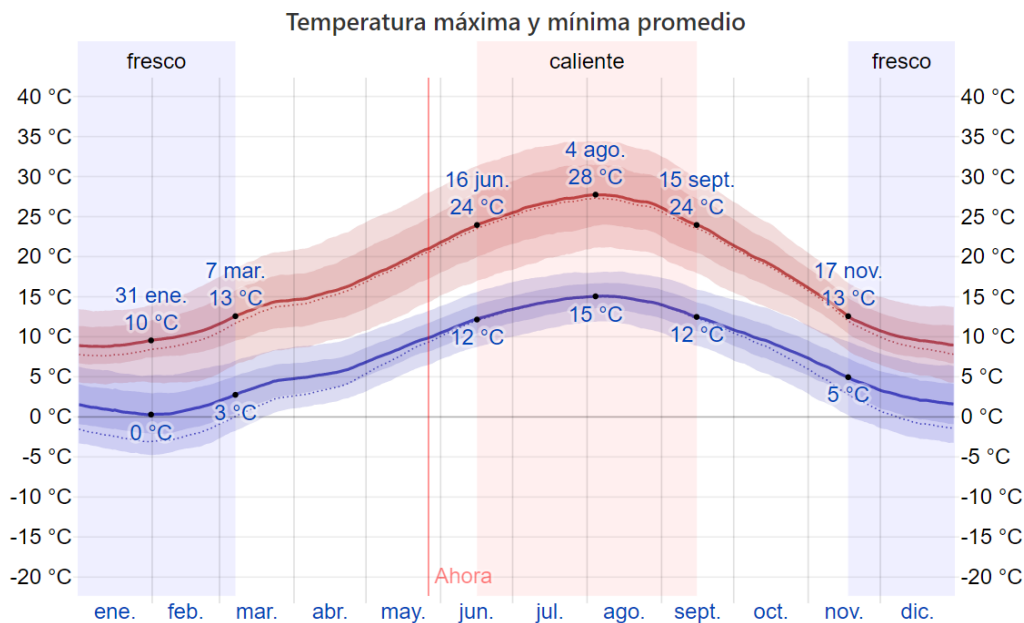


Figura 6.4. Temperatura máxima y mínima promedio de Pamplona. (Fuente: weatherspark.com)

Como se puede observar en el gráfico de la Figura 6.4, el clima en Pamplona se corresponde con veranos bastante calurosos e inviernos muy fríos.

Desde mediados de junio hasta mediados de septiembre se desarrolla la temporada de más calor, con una temperatura máxima promedio de más de 24°C, alcanzándose el culmen de los 28°C el 4 de agosto.

Por otra parte, del 17 de noviembre al 7 de marzo podría considerarse la temporada fría, donde la temperatura máxima promedio es de 13°C. Las temperaturas mínimas se sitúan por debajo de los 5°C, siendo el 31 de enero el día más frío de todo el año con 10°C de máxima y 0°C de mínima.

En base a estos datos deben programarse tanto la calefacción como la refrigeración.

Además del clima hay otras variables importantes de cara a la redacción de las medidas de ahorro energético, las cuales serán detalladas posteriormente.

6.2.2. Análisis de las instalaciones

Es importante conocer las instalaciones que rigen y satisfacen las necesidades de un edificio de estas características, ya que de ellas depende su correcto funcionamiento.

En este caso, el grueso de dichas instalaciones está agrupado en el edificio de Docencia-Mantenimiento.

6.2.2.1. Producción de energía eléctrica

Debido de la aparición de la necesidad de aumentar la potencia para que uno de los nuevos pabellones construidos pudiera funcionar, en el año 2013 se realizó una obra para instalar dos nuevas líneas generales de alimentación a 13.200 V. Una de ellas debía servir de suministro principal del Hospital desde el Sistema de Transmisión Regional de Beritxitos, mientras que la otra serviría como suministro de socorro desde el Centro de Maniobra ubicado en la Avenida Barañáin.

También se tuvo que construir y soterrar dentro del Hospital un Centro de Maniobra remoto de Media Tensión.

Tabla 6.1. Centros de transformación. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)

Centro Transf.	Ubicación	Nº Trafos	Potencia/Trafo	Tensión	Tipo
CT 1 Nuevo	Sótano Mto.	2	1.250 kVA	13.200V-400V	Encapsulado seco
CT CIB	C.I.B	2	1.000 kVA	13.200V-420V	Encapsulado seco
CT Radioterapia	Pab. J	1	1.250 kVA	13.200V-420V	Encapsulado seco
CT 3	Pab. B	2	800 kVA	13.200V-420V	Encapsulado seco
CT Urgencias	Urgencias	2	1.250 kVA	13.200V-420V	Encapsulado seco
CT 4	Enfriadoras	1	630 kVA	13.200V-420V	Aceite
CT 2	Pab. H	1	300 kVA	13.200V-230V	Encapsulado seco
CT C	Pab. C	1	1.250 kVA	13.200V-230V	Encapsulado seco

Como señala la Tabla 6.1, el Hospital de Navarra posee 8 centros de transformación distribuidos por distintas zonas, además de una red anillada que los comunica entre sí.

Tabla 6.2. Grupos electrógenos. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)

Grupo Electrónico	Ubicación	Potencia	Tensión
G1	Centro Grupos	1.675 kVA	400V
G2	Centro Grupos	1.100 kVA	400V
G3	C.I.B	1.110 kVA	400V
G4	Urgencias	1.100 kVA	400V

El suministro de socorro está conformado, tal y como se aprecia en la Tabla 6.2, por 4 grupos electrógenos los cuales cubren la demanda energética al completo.

6.2.2.2. *Sistemas de climatización*

De los 100.708 m² útiles de este edificio, se estima que 46.787 m² están climatizados. Es decir, el 46,46% del total de metros útiles han sido adecuados a unas determinadas condiciones climáticas, de temperatura y humedad que favorecen una mejor calidad del aire y, por tanto, un mayor confort del paciente.

En el caso de los hospitales, los sistemas de climatización no solo deben garantizar el bienestar de los pacientes sino también evitar la propagación de enfermedades a través del aire.

Tabla 6.3. Enfriadoras. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)

Ubicación	Nº Enfriadoras	Potencia	Marca y modelo	Año
Urgencias	2	500 kW	Carrier 30XA0502	2012
		500 kW	Carrier 30XA0502	2012
C.I.B	3	452 kW	Carrier 30XA452	2011
		452 kW	Carrier 30XA452	2011
		454 kW	Climaveneta Eracs-Q	2011
Pabellón C	3	700 kW	Carrier 30XA752	2012
		700 kW	Carrier 30XA752	2012
		520 kW	Carrier 30RB522	2012
Pabellón J	3	602 kW	Carrier 30XA0602	2008
		602 kW	Carrier 30XA0602	2008
		115 kW	Carrier 30RA120B0578	2008
Nueva Central de Frío (Cubierta pabellón D)	3	490 kW	Daikin EWAD490TZR	2017
		490 kW	Daikin EWAD490TZR	2017
		490 kW	Daikin EWAD490TZR	2017
Subcentral Parque Enfriadoras	4	280 kW	Carrier 30GK-095-0212	2003
		280 kW	Carrier 30GK-095-0212	2003
		186 kW	Carrier 30GB-055-940	1989
		186 kW	Carrier 30GB-055-940	1989
Angiógrafo	1	25 kW	Carrier 30DY-H007M9	Sin datos
Resonancia Magnética	1	50 kW	Trane 302-436-1	Sin datos
Banco de Sangre	2	115 kW	Carrier 30RA-120-B0489	Sin datos
		184 kW	Blue-Box Kappa V18.1	Sin datos

Tal y como se indica en la Tabla 6.3, el Hospital de Navarra dispone de un total de 22 enfriadoras, localizadas en diferentes estancias, cuyo sumatorio de potencia instalada se eleva hasta los 8373 kW.

En un primer momento se disponía de lo que ahora se conoce como la subcentral del parque de enfriadoras, donde se centraban todas las enfriadoras a disposición del edificio. A medida que se fueron construyendo nuevos pabellones y con el establecimiento de nuevos equipos de diagnóstico médico, se decidió instalar equipos de refrigeración individualizados de modo que cada pabellón y sistema tuviera el suyo propio acorde a sus necesidades. Es el caso de los pabellones J, C, C.I.B y Urgencias, así como el banco de sangre o los equipos de resonancia magnética y angiografía.

En el año 2017, con el objetivo de centralizar el sistema de producción de frío y a su vez velar por un mayor ahorro energético, se constituyó la nueva central de frío en la cubierta del pabellón D. Asimismo, se adoptaron las medidas necesarias para transformar la red de distribución a una de caudal variable.

Se puede apreciar la variedad de equipos disponibles, todas son enfriadoras de condensación por aire, unas más antiguas y otras más recientes. Aunque el año de instalación pueda parecer información superficial en un primer vistazo, supone un dato relevante en términos energéticos ya que los conocimientos y la tecnología han sufrido importantes avances desde 1989 hasta la actualidad.

Por ejemplo, la enfriadora Carrier 30XA0502 [32], instalada el año 2012, tiene una potencia nominal de 500 kW y un coeficiente EER (Ratio de eficiencia energética) de 3,07 mientras que la Daikin EWAD490TZRX [33], instalada el año 2017, con una potencia de 490 kW posee un EER de 3,15. Se puede hacer una primera lectura superficial de que la enfriadora Daikin, a pesar de tener 10 kW menos de potencia, es más eficiente que la Carrier.



Figura 6.5. Enfriadoras Carrier 30XA, a la izquierda y Daikin EWAD TZRX, a la derecha. (Fuente: Carrier y Daikin)

Se ha creído conveniente mantener algunas de las enfriadoras más antiguas a modo de reserva por si alguna de las otras fallara, así el servicio seguiría en funcionamiento.

Respecto a la producción de calor, existe una amplia sala de calderas donde se agrupan los equipos que precisa el hospital para la producción tanto de calefacción como de agua caliente sanitaria (ACS).

De igual manera que con las enfriadoras, con la construcción de nuevos pabellones se fueron integrando calderas propias en sus dependencias.

Tabla 6.4. Calderas. (Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos en el Plan Ahorro y Eficiencia Energética 2018, Gobierno de Navarra)

Ubicación	Nº Calderas	Potencia	Marca y modelo	Año
Urgencias	2	780 kW	Viessmann Vitoplex 300 TYP TX3A	2012
		780 kW	Viessmann Vitoplex 300 TYP TX3A	2012
C.I.B	2	405 kW	Viessmann Vitoplex 300-405TX3	2011
		370 kW	Viessmann Vitocrossal 300-370	2011
Pabellón C	3	1250 kW	Viessmann Vitoplex 300-1250KW	2012
		1250 kW	Viessmann Vitoplex 300-1250KW	2012
		895 kW	Viessmann Vitocrossal 300-895	2012
Pabellón J	2	575 kW	Viessmann Vitoplex 100 TYP SX1	2008
		575 kW	Viessmann Vitoplex 100 TYP SX1	2008
Sala de calderas	4	1400 kW	Hoval Compact gas	2012
		1400 kW	Hoval Compact gas	2012
		1400 kW	Viessmann Vitoplex 300 TYP TX3	2004
		1250 kW	Viessmann Vitoplex 300 TYP TX3A	2012
CCI	1	275 kW	Wolf TYP MGK 300280	Sin datos
Banco de sangre	1	243 kW	Viessmann Vitoplex 300 TYP TX3	2001

El Hospital de Navarra dispone de un total de 15 calderas, localizadas en diferentes estancias, cuyo sumatorio de potencia instalada se eleva hasta los 12848 kW. Aunque en los últimos años se han ido incorporando nuevas calderas de gas natural, todavía hay

algunas que trabajan con gasoil. Funcionan según el esquema en cascada y casi todas ellas tienen integrado un quemador modulante el cual inyecta la cantidad de combustible necesario para abastecer la demanda precisada en cada momento.

La funcionalidad de una de las cuatro calderas ubicadas en la sala de calderas es meramente de reserva.

6.2.2.3. Sistema de cogeneración

El Hospital de Navarra dispone de un nuevo sistema de cogeneración desde el año 2012. El equipo, un Jenbacher JMS416 que funciona con biogás, como el de la Figura 6.6, cuenta con una potencia de 1000 kWe y funciona alrededor de 8000 horas al año.

Este sistema funciona como base de hospital, encargándose de una gran parte del abastecimiento, el cual se complementaría con las calderas de gas.

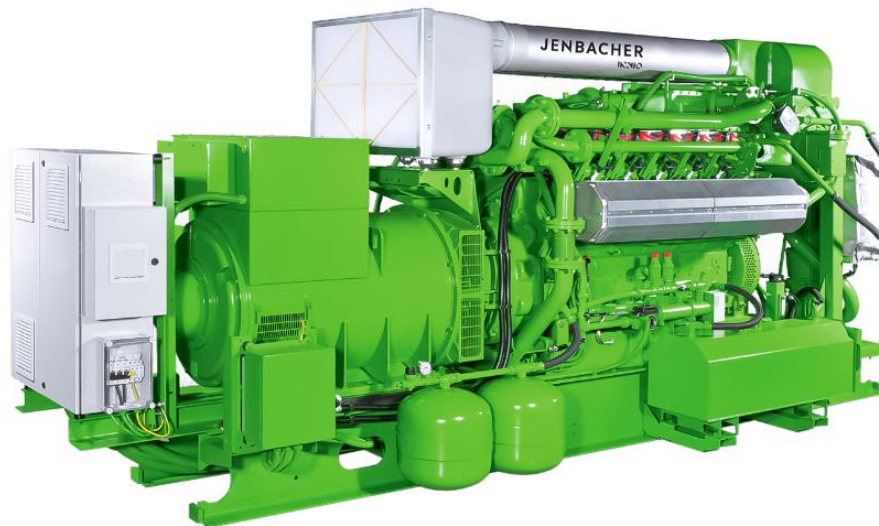


Figura 6.6. Jenbacher JMS416. (Fuente: Zorg Biogas)

El grupo cogenerador tiene dos circuitos de alta temperatura que absorben el calor del motor, las camisas, la primera etapa del intercooler, y del HRSG (caldera de recuperación de calor), el cual es inmediatamente transportado a los colectores de alta temperatura.

El calor producido por la segunda etapa del intercooler es disipado en el circuito de baja temperatura. Este calor se aprovecha para precalentar el agua caliente sanitaria por medio de un intercambiador de placas.

Para ponerse en funcionamiento a una tensión de 400 V y una frecuencia de 50 Hz, este sistema de cogeneración está acompañado de un alternador de 1000 kVA. Al tratarse de un hospital, la demanda eléctrica es de tal magnitud que debe ser suministrada en media

tensión, concretamente, se utiliza un transformador de 1600 kVA que eleva la tensión hasta 13,2 kV.

6.2.2.4. Agua caliente sanitaria (ACS)

Como se ha comentado anteriormente, el agua caliente sanitaria se precalienta aprovechando el calor de la segunda etapa del intercooler. Este fenómeno se produce a través de un intercambiador de placas, que a continuación la transportará hasta un tanque de almacenamiento de 15000 litros de capacidad. Desde este depósito, el agua viajará finalmente a otros dos tanques de 6000 litros cada uno que servirán finalmente para consumo de ACS.

6.2.3. Análisis energético

A continuación, se examinará el comportamiento energético del edificio objeto de estudio, el Hospital de Navarra. Conocer estos datos es el primer paso para mantener una gestión energética óptima.

Para realizar este análisis se han tenido en cuenta los datos presentes en los Planes de Ahorro y Eficiencia Energética del Gobierno de Navarra correspondientes a los años 2013 y 2018, así como el Informe Energético Anual del año 2019, también obra del Gobierno de Navarra.

Consumo Hospital de Navarra año 2019

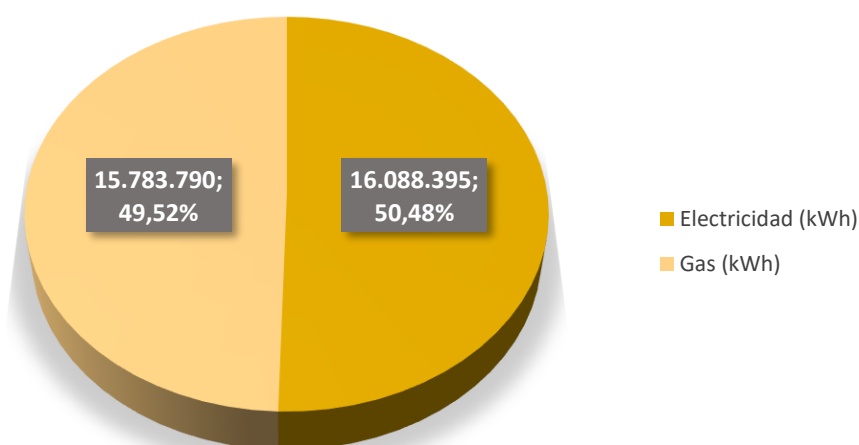


Figura 6.7. Distribución del consumo energético por fuente en el año 2019. (Fuente: elaboración propia)

Los últimos datos disponibles, correspondientes al ejercicio del año 2019, arrojan unos resultados curiosos. El consumo eléctrico y el consumo de gas tienen un aporte equitativo al balance energético, siendo mínimamente superior la electricidad con un 50,48% frente al 49,52% del gas.

6.2.3.1. Consumo de energía eléctrica

En primer lugar, se detalla el histórico de consumo eléctrico ya que es una de las fuentes principales de abastecimiento del hospital.

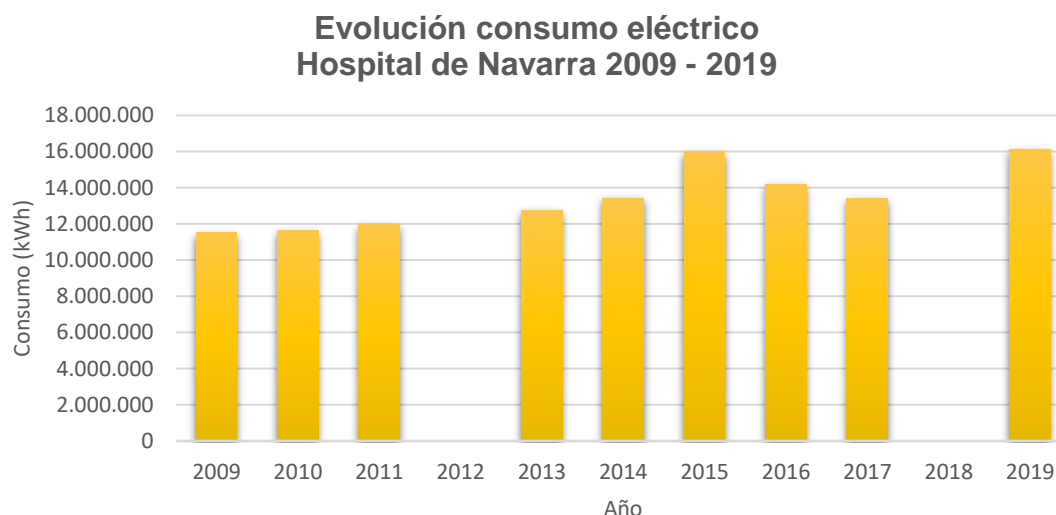


Figura 6.8. Evolución del consumo eléctrico en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en la Figura 6.8, no se dispone de los datos de consumo eléctrico correspondientes a los años 2012 y 2018. Esto no nos impide poder realizar un análisis que nos aporte una visión global de los hechos.

En este caso, se observa una línea de tendencia ligeramente ascendente que puede ser consecuencia de la construcción de nuevos pabellones en el hospital, así como la instalación de nuevos aparatos médicos. Esto supone un aumento de actividad, con el consecuente aumento del consumo eléctrico, que alcanza su pico en el año 2015.

Este tipo de edificios, debido a su envergadura y carga de actividad diaria, suelen disponer de una tarifa eléctrica correspondiente a alta tensión. Para hospitales pequeños, como los comarcales, es habitual el establecimiento de una tarifa de acceso 3.1A, con 3 periodos de potencia y otros 3 de energía, que abarca hasta los 450 kW de potencia, entre 1 kV y 36 kV de tensión. Hospitales más grandes, como sería el caso del Hospital de Navarra, podría tener una tarifa de acceso 6.1A, que se caracteriza por ofrecer 6 periodos de potencia diferentes y ajustados a las necesidades y requerimientos del servicio, y otros 6 de energía. Se describe para una potencia superior a 450 kW y una tensión entre 1 kV y 30 kV.

Tabla 6.5. Horarios tarifa 6.1A en la Península. (Fuente: elaboración propia)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio (1ª quincena)	Junio (2ª quincena)	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre				
00:00 - 01:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6				
01:00 - 02:00																	
02:00 - 03:00																	
03:00 - 04:00																	
04:00 - 05:00																	
05:00 - 06:00																	
06:00 - 07:00																	
07:00 - 08:00																	
08:00 - 09:00	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2				
09:00 - 10:00	P1	P1				P3				P1			P1	P3	P1	P1	P1
10:00 - 11:00																	
11:00 - 12:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P2		P4	P3	P1	P2				
12:00 - 13:00																	
13:00 - 14:00	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P1		P4	P3	P1	P2				
14:00 - 15:00																	
15:00 - 16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P2		P4	P3	P1	P2				
16:00 - 17:00																	
17:00 - 18:00	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P2	P2		P4	P3	P1	P2				
18:00 - 19:00																	
19:00 - 20:00																	
20:00 - 21:00	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2		P4	P3	P1	P2				
21:00 - 22:00																	
22:00 - 23:00																	
23:00 - 24:00																	

Tal y como se observa en la Tabla 6.5, los horarios de la tarifa 6.1A en la Península varían de un mes a otro. Por consiguiente, el precio de la luz y de la potencia varían en función de la hora y el mes. Abril y mayo se consideran los meses más económicos, junto con octubre, ya que solamente se aplican dos periodos diferentes, P5 y P6, que generalmente sus precios son los más baratos. El periodo 6 incluye de forma íntegra los fines de semana y los festivos nacionales.

Los meses de mayor consumo, teniendo en cuenta la zona climática donde se ubica el hospital (D1), suelen ser los de verano, por la necesidad de poner en marcha los equipos de refrigeración, seguido de los meses de inviernos, donde es necesaria la calefacción.

Disponer de un equipo de telemedida que lleve un registro continuo del consumo es primordial para contratar la potencia necesaria y no tener que pagar penalizaciones por excesos. Hoy en día los gestores pertinentes pueden acceder a esta información rápidamente desde su teléfono móvil.

En este aspecto no disponemos de los datos mensuales de consumo durante un año completo, pero sería interesante contar con ellos para realizar un análisis más profundo y detallado que nos permitiera conocer los meses de mayor consumo, además de hacer ajustes respecto a la potencia contratada en función tanto del equipamiento médico instalado como de las horas de actividad del hospital.

Otro dato de interés que al ser convenientemente analizado puede contribuir a la mejora de la gestión de la eficiencia energética del hospital es el consumo de energía por superficie construida.

Evolución consumo eléctrico por superficie construida

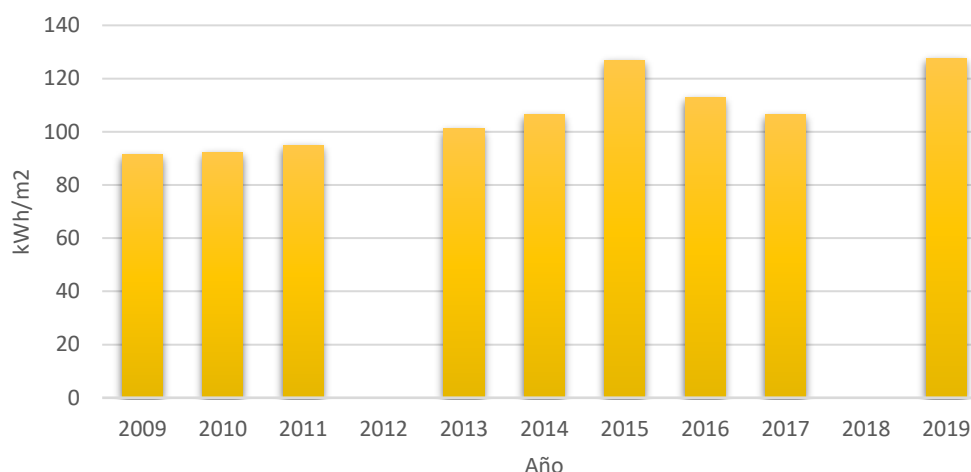


Figura 6.9. Evolución del consumo eléctrico por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

En la Figura 6.9 se detalla el histórico de consumo eléctrico por superficie construida, tomando este valor como 126.017 m².

En consonancia con la Figura 6.8, en esta también se observa una línea con tendencia ligeramente ascendente fruto de la construcción de nuevos pabellones y la adquisición de nueva tecnología médica.

Con este indicador podría hacerse una comparativa entre diferentes hospitales para valorar cuales son mayores consumidores de energía por metro cuadrado al año. Es muy útil para analizar los factores que provocan el aumento del consumo y poder tomar como referencia otros edificios a la hora de aplicar medidas de ahorro.

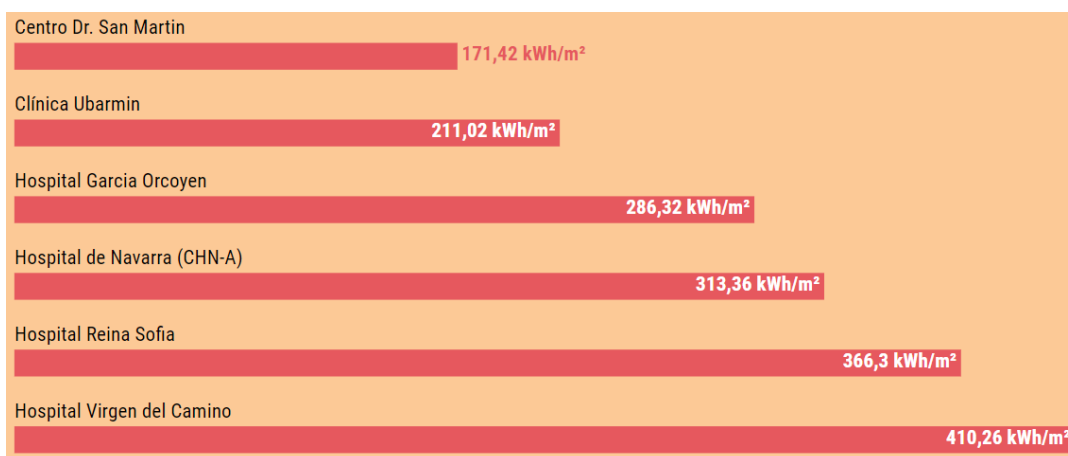


Figura 6.10. Ranking de centros hospitalarios según consumo total por superficie construida. Datos 2020 – 2021. (Fuente: Información energética de Gobierno de Navarra)

Como dato interesante, en la Figura 6.10 se clasifican 6 centros hospitalarios de Navarra de más a menos eficiente en función del consumo total por m². El Hospital de Navarra se encuentra actualmente en cuarta posición.

Otro indicador energético muy eficaz a la hora de valorar la eficiencia energética de un hospital es el consumo eléctrico anual por cama. Aunque depende de diversas variables como puede ser el tamaño del hospital o el número de camas, se estima que el valor medio se situaba, en el año 2010, alrededor de los 30.000 kWh/cama. Este consumo, con un coste medio aproximado de 15 céntimos por kWh, supondría un gasto de 4500€ al año por cada cama [34]. Si por aquel entonces el Hospital de Navarra contaba con 500 camas, significa que el coste total del consumo energético de todas las camas al año sería de aproximadamente 2.475.000€.

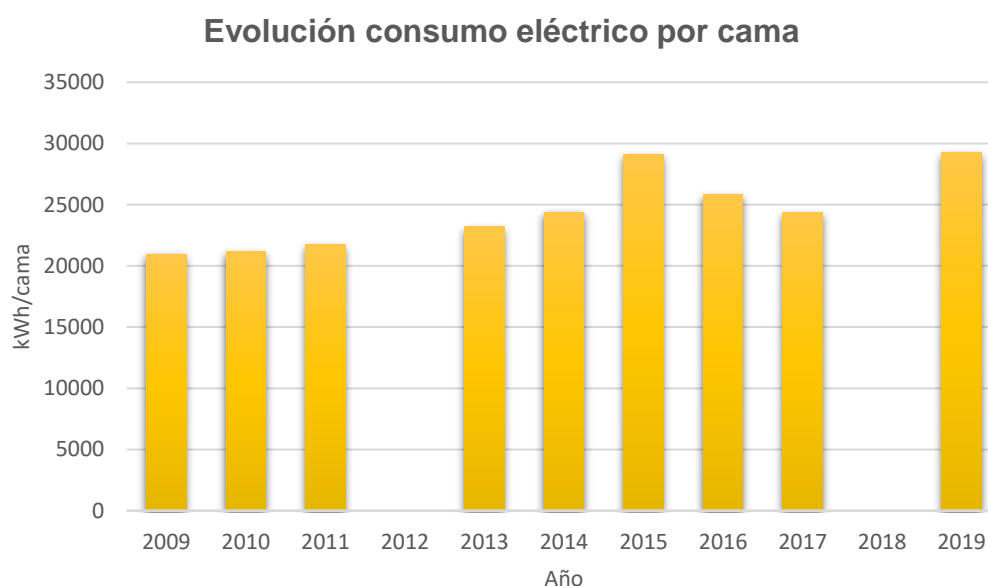


Figura 6.11. Evolución del consumo eléctrico por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

Como es lógico, la evolución del consumo eléctrico por cama sigue la trayectoria del histórico de consumo eléctrico anual.

En el año 2019 se describe otro pico que puede ser consecuencia de la realización de distintas actuaciones como la instalación de una nueva máquina de resonancia magnética 3 Teslas y un mamógrafo de gran capacidad, la puesta en marcha de la unidad de cuidados paliativos, del nuevo hospital de día (ubicado en el pabellón H) y un acelerador lineal de altas prestaciones para tratamientos de radioterapia, la creación de nuevas unidades médicas... Sumado al aumento de actividad del hospital en general.

Las Memorias de los años 2018 y 2019 del Servicio Navarro de Salud arrojan algunos datos interesantes que pueden servir de apoyo para contextualizar este crecimiento:

- El número de pacientes y de tratamientos en el Hospital de Día se ha visto incrementado notablemente. En concreto, la Unidad del Dolor ha sufrido un aumento del 78% en el número de pacientes y del 62% en el de tratamientos.
- La actividad quirúrgica ha aumentado un 4% respecto al 2018.
- Se registra un aumento de +2589 ecografías, +2002 resonancias, +1590 ecocardiogramas, +997 TAC, +955 mamografías y +420 colonoscopias.

Tabla 6.6. Resumen evolución consumo eléctrico 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)

C.E	2009	2010	2011	2012	2013	2014
kWh	11.512.853	11.631.956	11.962.603	-	12.750.028	13.413.563
kWh/m2	91,36	92,30	94,93	-	101,18	106,44
kWh/cama	20.932,46	21.149,01	21.149,01	-	23.181,87	24.388,30
C.E	2015	2016	2017	2018	2019	Media
kWh	15.987.325	14.203.380	13.401.092	-	16.088.395	13.439.021
kWh/m2	126,87	112,71	106,34	-	127,67	106,64
kWh/cama	29.067,86	25.824,33	24.365,62	-	29.251,63	24.367,79

En la Tabla 6.6 se detalla un resumen con todos los datos anuales del consumo energético total, por superficie construida y por cama en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2019 (a falta del 2012 y 2018).

Como ya se ha comentado con anterioridad, en el año 2015 se produce un pico de consumo energético fruto de la expansión del hospital. Una vez asentado, el consumo vuelve a disminuir hasta que en el año 2019 vuelve a sufrir otro notable incremento.

En esta tabla también se incluye, además del consumo anual medio, el consumo medio por metro cuadrado y el consumo medio por cama.

El IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético) realizó un estudio, con una muestra de 600 centros hospitalarios, con el objetivo de conocer los ratios de consumo medio de este tipo de edificaciones en función del número de camas de los mismos. Lamentablemente, la información más reciente data del año 2011.

6.2.3.2. Consumo de energía térmica

La energía térmica es otro de los pilares sobre los que se asienta el correcto funcionamiento de las instalaciones.

De igual manera que con el consumo de energía eléctrica, a continuación, se analizará la evolución de esta durante los últimos años.

Evolución consumo térmico Hospital de Navarra 2009 - 2019

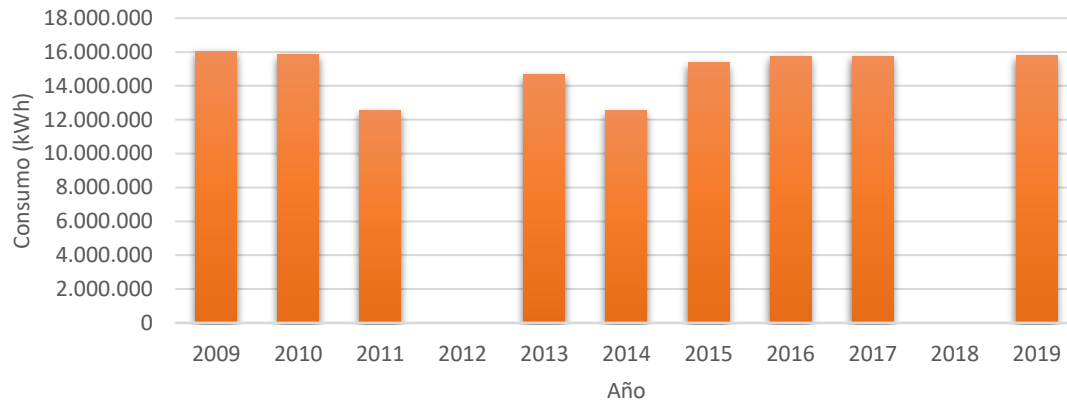


Figura 6.12. Evolución del consumo térmico en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019.
(Fuente: Elaboración propia)

La Figura 6.12, que representa el histórico del consumo térmico entre los años 2009 y 2019, dibuja una situación diferente respecto al consumo eléctrico. A este respecto, se aprecia que la línea de tendencia es descendente.

La disminución de los primeros años puede ser debida a la instalación de algunas calderas de gas natural, más eficientes que las de gasoil. También aquí se remarca un pico de consumo en el año 2015 ocasionado por el crecimiento del hospital. A partir de ese mismo año el consumo se mantiene más o menos estable.

El consumo de energía térmica se ve notoriamente marcado por los meses de invierno, cuando la demanda de calefacción es mayor.

Evolución consumo térmico por superficie construida

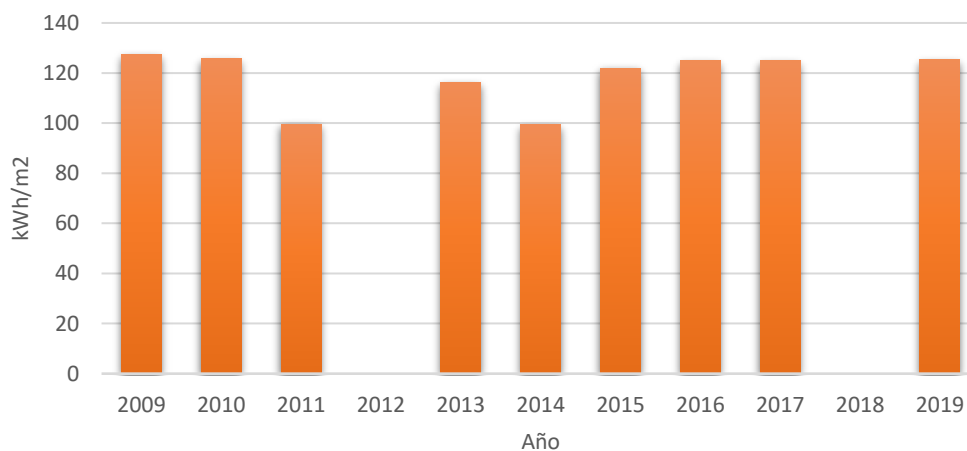


Figura 6.13. Evolución del consumo térmico por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

Evolución consumo térmico por cama

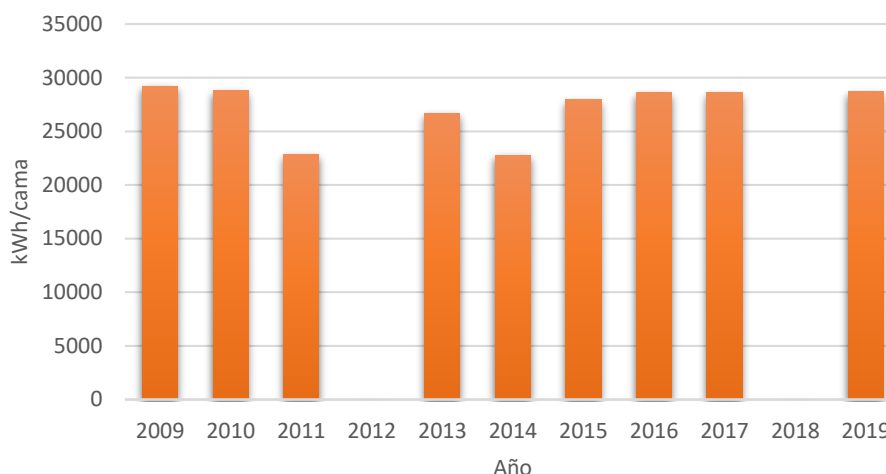


Figura 6.14. Evolución del consumo térmico por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

En las Figuras 6.13 y 6.14, se representa la evolución del consumo térmico tanto por superficie construida (126.017 m²) como por cama (550). Ambas describen la misma evolución que la Figura 6.12, de decrecimiento.

El IDAE también analizaron los ratios de consumo térmico, en este caso los datos más actuales son del 2009.

Tabla 6.7. Resumen evolución consumo térmico 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)

C.T	2009	2010	2011	2012	2013	2014
kWh	16.049.841	15.834.426	12.539.605	-	14.646.705	12.517.874
kWh/m ²	127,36	125,65	99,51	-	116,23	99,33
kWh/cama	29.181,53	28.789,87	22.799,28	-	26.630,37	22.759,77
C.T	2015	2016	2017	2018	2019	Media
kWh	15.374.434	15.738.486	15.734.204	-	15.783.790	14.913.263
kWh/m ²	122,00	124,89	124,86	-	125,25	118,34
kWh/cama	27.953,52	28.615,43	28.607,64	-	28.697,80	27.115,02

En la Tabla 6.7 se detallan los consumos térmicos materializados en las gráficas anteriores. Quizá se aprecie de mejor manera la estabilidad comentada, cuyo valor medio ronda los 15.000.000 de kWh.

Este consumo térmico, ya sea proveniente de gasoil o de gas natural, sirve para calentar el agua que se utiliza para la calefacción al igual que para el suministro de agua caliente sanitaria.

Según el Documento Básico HE sobre ahorro de energía correspondiente al CTE (Código Técnico de la Edificación), la demanda orientativa de ACS en los hospitales es de 55 litros/día por persona.

6.2.3.3. Consumo de agua fría

Evolución consumo de agua Hospital de Navarra

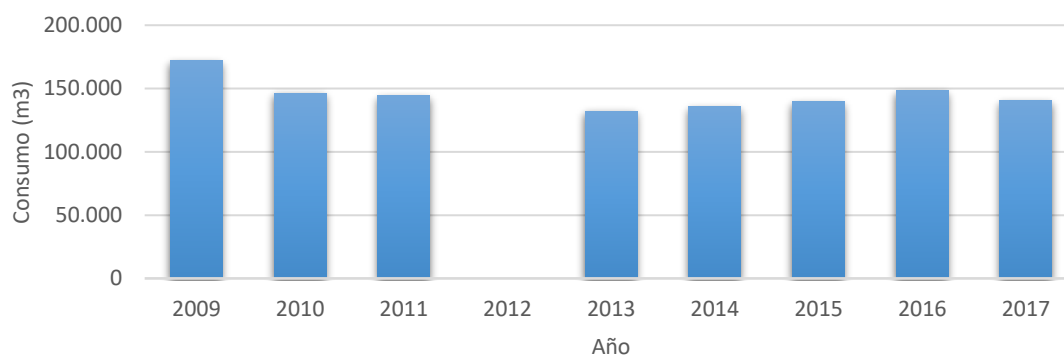


Figura 6.15. Evolución del consumo de agua en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 6.15 se representa la evolución del consumo de agua entre los años 2009 y 2019. A falta de los datos del 2012, se aprecia una cierta estabilidad a lo largo de este periodo.

Evolución consumo de agua por superficie construida

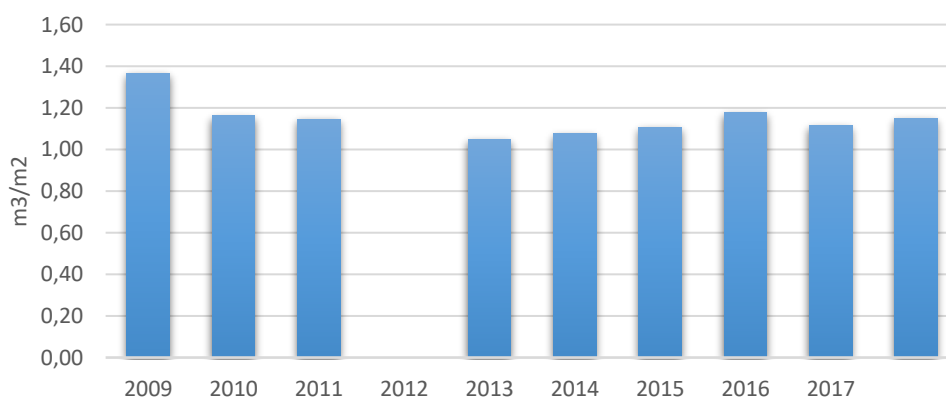


Figura 6.16. Evolución del consumo de agua por superficie construida en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

Evolución consumo de agua por cama

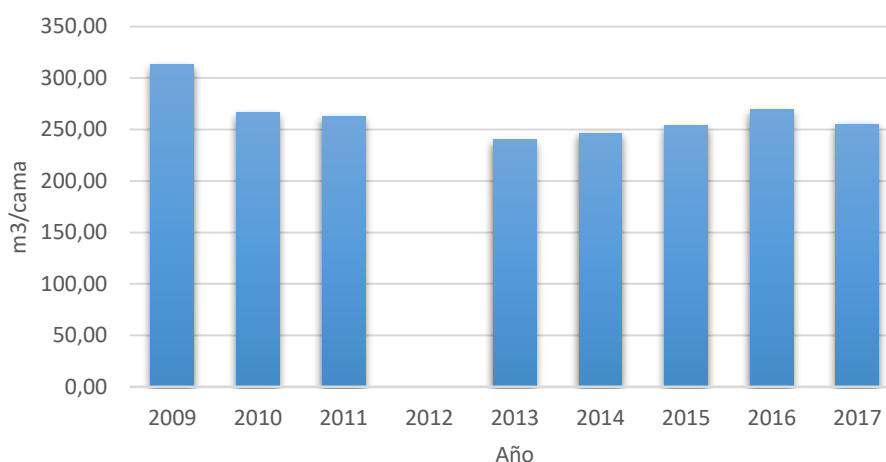


Figura 6.17. Evolución del consumo de agua por cama en el Hospital de Navarra entre los años 2009 y 2019. (Fuente: elaboración propia)

De igual manera que con el consumo de energía eléctrica y térmica, se ha querido representar gráficamente la evolución del consumo de agua por superficie construida y por cama.

Tanto la Figura 6.16 como la Figura 6.17 siguen la misma línea de tendencia horizontal, es decir, se aprecia estabilidad con el paso del tiempo.

Tabla 6.8. Resumen evolución consumo de agua 2009 - 2019. (Fuente: elaboración propia)

C.A	2009	2010	2011	2012	2013	2014
m3	172.152	146.422	144.360	-	132.060	135.490
m3/m2	1,37	1,16	1,15	-	1,05	1,08
m3/cama	313,00	266,22	262,47	-	240,11	246,35
C.A	2015	2016	2017	2018	2019	Media
m3	139.590	148.180	140.275	-	-	144.816
m3/m2	1,11	1,18	1,11	-	-	1,15
m3/cama	253,80	269,42	255,05	-	-	263,30

En la Tabla 6.8 se resumen los datos con relación al consumo de agua. También se ha calculado el consumo de agua medio anual, por superficie construida y por cama. De esta forma se puede apreciar la escasa fluctuación de los valores hallados.

6.2.3.4. Estimación de las emisiones de CO₂

Como no se dispone de los datos de emisiones de CO₂ producidos por el Hospital de Navarra, en este apartado se hará una estimación de los mismos a partir de los factores de emisión de CO₂ y los coeficientes de paso a energía primaria.

Tabla 6.9. Factores de conversión de energía final a energía primaria. (Fuente: Extraída del documento Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria, 2016)

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Tabla 6.10. Factores de emisiones de CO₂. (Fuente: Extraída del documento Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria, 2016)

Factores de emisiones de CO ₂			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO ₂ /kWh E. final	kg CO ₂ /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

Estos coeficientes no son más que sencillos factores de conversión que permiten calcular una estimación de la energía primaria renovable, no renovable, energía primaria total y las emisiones de CO₂, a partir de la cantidad de kWh consumidos en total por una instalación (eléctrica o térmica) del edificio objeto de estudio.

Dichos coeficientes están calculados en función de cada fuente de energía y de la localización geográfica y están avalados por el RITE (Reglamento de Instalaciones Técnicas de los Edificios).

En las Tablas 6.9 y 6.10 se detallan los valores actualizados para cada fuente de energía.

En rojo se han señalado los coeficientes que serán utilizados y que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6.11. Factores de conversión a energía primaria y emisiones de CO₂ según fuente de energía. (Fuente: elaboración propia)

	Electricidad	GN	Gasóleo
E. Primaria	2,368	1,195	1,182
Emisiones	0,331	0,252	0,311

Antes de hacer los cálculos pertinentes debemos recordar los datos de consumo eléctrico y térmico del hospital correspondientes al año 2019, los cuales ya hemos manejado con anterioridad y que se apuntan en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12. Consumos de energía del Hospital de Navarra en el año 2019. (Fuente: elaboración)

C. Eléctrico (kWh)	16.088.395
C. Térmico (kWh)	15.783.790

Como no se conoce la distribución del gasóleo y el gas natural en el consumo de energía térmica, suponemos que esta es 50% - 50%.

Tabla 6.13. Distribución de energía primaria y emisiones de CO₂ por fuente de energía. (Fuente: elaboración propia)

Fuente de energía	Consumo final (kWh/año)	Energía primaria (kWh/año)	Emisiones CO ₂ (kg CO ₂ /año)
Electricidad	16.088.395	38.097.319,36	5.325.258,75
GN	7.891.895	9.430.814,53	1.988.757,54
Gasóleo	7.891.895	9.328.219,89	2.454.379,35
TOTAL	31.872.185	56.856.353,78	9.768.395,63

La metodología a seguir es muy sencilla, ya que simplemente hay que multiplicar el consumo final por el coeficiente correspondiente en función de la fuente de energía y lo que se quiera calcular, el consumo de energía primaria o las emisiones de CO₂.

De este modo se puede determinar que el Hospital de Navarra produjo 9.768 tnCO₂ en el año 2019.

Distribución emisiones CO₂ año 2019

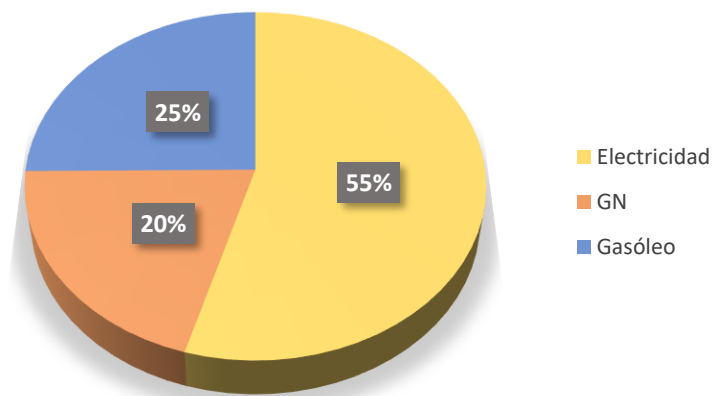


Figura 6.18. Distribución de las emisiones de CO₂ por fuentes de energía en el año 2019. (Fuente: elaboración propia)

La Figura 6.18 describe el porcentaje que cada fuente de energía aporta a las emisiones de CO₂ totales del Hospital en el año 2019. Se aprecia un claro predominio de la electricidad, cuyo consumo supone un 55% de las emisiones. Por otro lado, a pesar de suponer que el consumo de gas natural y de gasóleo es equitativo, se observa que el de gasóleo provoca una mayor emisión de dióxido de carbono, un 25% del total. Por su parte el gas natural es la fuente de energía que menos emisiones provoca, con un 20%.

6.2.3.5. Balance energético por áreas de consumo

Como ya hemos visto, la electricidad, el gasóleo/gas natural y el agua son las 3 fuentes de energía principales sobre las que se sustenta el funcionamiento del hospital en todo su conjunto [35].

Aunque el agua no sea una fuente de energía como estrictamente se conoce, se considera como tal ya que está presente en casi todas las áreas del hospital sirviendo de suministro para agua potable, para calefacción, para equipos médicos, etc.

El gasóleo y/o el gas natural son los encargados de la energía térmica de la que dependen instalaciones como la calefacción, las calderas o el ACS, entre otras.

La electricidad por su parte suministra iluminación a todo el complejo hospitalario, así como corriente a todo el equipamiento médico e informático. Gracias a ella también se pueden poner en marcha los equipos de climatización.

El peso que cada uno conlleva en el balance energético depende de muchos factores como el tamaño del hospital, la localización geográfica, el rendimiento de las instalaciones...

Para hacer una correcta y exacta distribución del consumo de energía, han de conocerse todos los equipos en uso, su potencia y las horas de actividad.

Como no se conocen esos datos, seguidamente se explicará la distribución media de un hospital tipo que nos brindará una idea general aproximada. Estos datos son el resultado de un estudio energético que ha recopilado la información necesaria de 30 hospitales de toda España (Celemín et al., 2016).

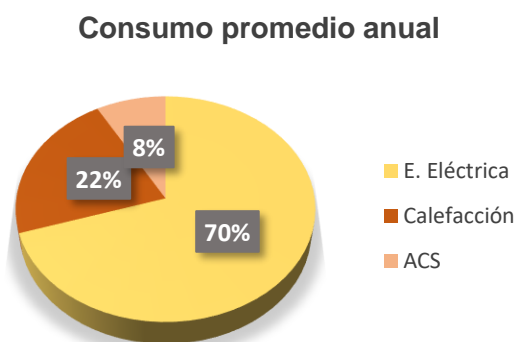


Figura 6.19. Distribución consumos primarios promedio anuales de un hospital tipo. (Fuente: elaboración propia con datos de Celemín et al., 2016)

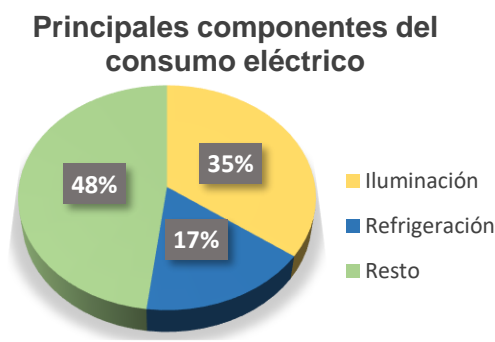


Figura 6.20. Distribución principales componentes del consumo eléctrico en un hospital tipo. (Fuente: elaboración propia con datos de Celemín et al., 2016)

Como se aprecia en la Figura 6.19, la energía eléctrica supone aproximadamente el 70% del consumo total del hospital, seguido de la calefacción y el ACS.

Por otra parte, en la Figura 6.20 se observa la distribución de los principales componentes del consumo eléctrico, la cual encabeza con un 48% el “resto”, es decir, todo aquello relacionado con la ofimática, los ascensores, las pérdidas eléctricas, servicios técnicos, equipos de diagnóstico, etc. En segundo lugar, con un 35%, se encuentra la iluminación, presente en todas las estancias del edificio y siendo de vital importancia especialmente en los quirófanos. En tercer lugar, con el 17%, está la producción de agua fría para refrigeración.

Cabe remarcar que estos datos son meramente orientativos, ya que los hospitales son instalaciones que no disponen de unos patrones de funcionamiento concretos que puedan extrapolarse de uno a otro y, además, dependen de diversas variables que deben ser tenidas en cuenta.

6.2.4. Simulación con CE3X del Pabellón A

El punto de partida era simular los datos de un certificado ya existente correspondiente al Pabellón A del Hospital de Navarra, el cual se adjunta como Anexo I. Dicha certificación fue realizada con la Herramienta Unificada Líder Calener, un software mucho más completo y complejo que requiere de una formación mucho más profunda y específica. Por este motivo, se ha intentado simular la misma certificación con un programa

buscando además implementar otras medidas diferentes a las propuestas en el documento original.

A la hora de introducir los datos en el programa, a partir del PDF del certificado original, saltan a la vista la cantidad de limitaciones presentes: carecer de una inspección ocular del edificio, de una sesión de toma de medidas in situ, de las facturas respectivas al consumo, del coste del mantenimiento de la situación actual, etc.

Todo esto se irá viendo y explicando a continuación.

6.2.4.1. Introducción de datos

Lo primero que aparece en pantalla según se ejecuta el programa es una ventana que permite escoger el tipo de edificio que se va a analizar.

Certificación energética simplificada de edificios existentes

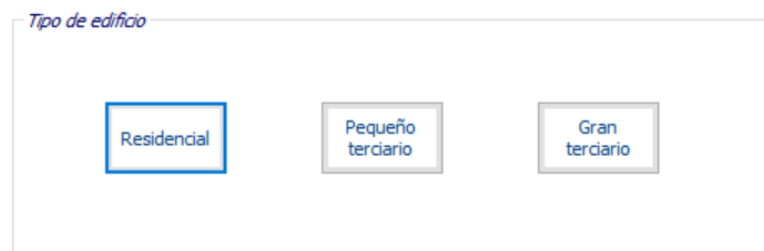


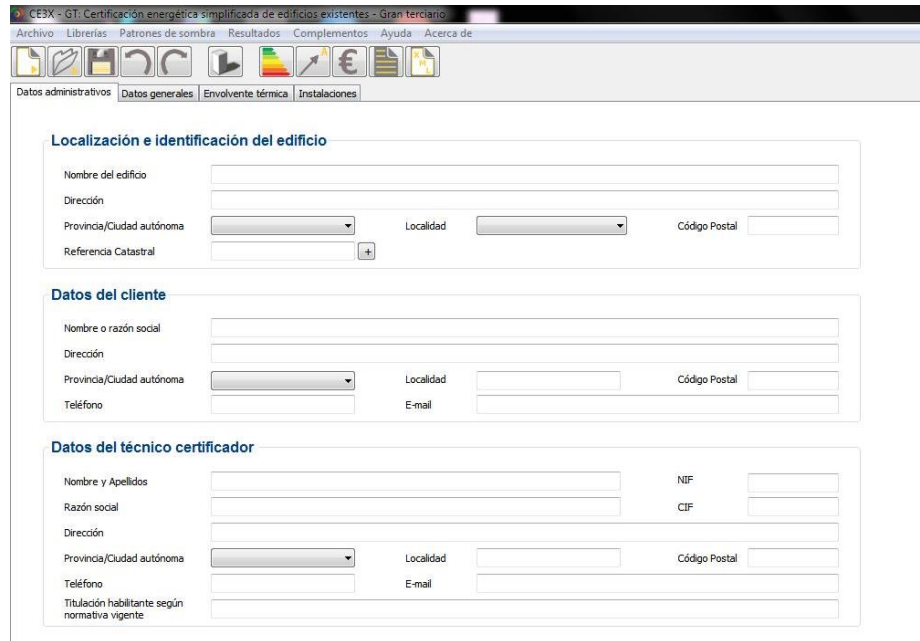
Figura 6.21. Pantalla de inicio CE3X.

El programa nos da a elegir entre tres tipos diferentes de edificios: residencial, pequeño terciario y gran terciario. En este caso, al tratarse de un hospital tan grande, se considera un gran terciario.

Para diferenciar entre pequeño y gran terciario la clave se encuentra en las instalaciones. En los grandes terciarios, además de las instalaciones que se definen en el pequeño terciario, ha de contarse con ventiladores, equipos de bombeo y torres de refrigeración.

6.2.4.2. Datos administrativos

Una vez seleccionada la opción de gran terciario se abrirá una nueva ventana.



La imagen muestra la interfaz de usuario del software CE3X, específicamente la pestaña 'Datos administrativos'. La ventana está dividida en tres secciones principales:

- Localización e identificación del edificio:** Incluye campos para 'Nombre del edificio', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (con menú desplegable), 'Localidad' (con menú desplegable), 'Código Postal', y 'Referencia Catastral'.
- Datos del cliente:** Incluye campos para 'Nombre o razón social', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (con menú desplegable), 'Localidad', 'Código Postal', 'Teléfono', y 'E-mail'.
- Datos del técnico certificador:** Incluye campos para 'Nombre y Apellidos', 'Razón social', 'Dirección', 'Provincia/Ciudad autónoma' (con menú desplegable), 'Localidad', 'Código Postal', 'Teléfono', 'E-mail', 'NIF', 'CIF', y 'Titulación habilitante según normativa vigente'.

Figura 6.22. Datos administrativos CE3X.

Esta primera pantalla corresponde a los datos administrativos. Aquí simplemente hay que rellenar los datos solicitados:

- Localización e identificación del edificio, en este caso serían los correspondientes al Pabellón A del Hospital de Navarra.
- Datos del cliente, quien solicita la certificación. Podría ser la gerencia del Hospital de Navarra o el Servicio Navarro de Salud, por ejemplo.
- Datos del técnico certificador, aquella persona que realice la certificación y esté en posesión del título que lo habilita.

6.2.4.3. Datos generales

Una vez cumplimentada la parte correspondiente a los datos administrativos, se procederá con la siguiente: datos generales.

CE3X - GT: C:\Users\Administrador\Desktop\ufg_carla\CE3X\Pabellón A.ces

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones Calificación Energética Calificación Energética

Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 ? Año construcción: 1906

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Media - 24h

Provincia/Ciudad autónoma: Navarra Localidad: Pamplona Zona climática: HE-1 D1 HE-4 II

Definición edificio

Superficie útil habitable: 7031,40 m²

Altura libre de planta: 2,7 m

Número de plantas habitables: 2

Ventilación del inmueble: 0,8 ren/h

Demanda diaria de ACS: 4675,31 l/día

Masa de las particiones internas: Media

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 6.23. Datos generales CE3X.

En este apartado se solicitan una serie de datos más específicos en relación con la construcción del edificio.

La normativa vigente depende del año de construcción, clicando en el cuadradito de la derecha aparece una pestaña que indica la normativa correspondiente a cada franja temporal. En este caso, la construcción principal se realizó en el año 1906 pero al haber sufrido tantas reformas y rehabilitaciones en las últimas décadas del siglo XX, la normativa vigente es la NBE-CT-79.

En “Tipo de edificio” se da la opción de evaluar el edificio completo o solo un local. Al tratarse del Pabellón A, que es parte del complejo hospitalario, se toma como edificio completo.

Para el perfil de uso, que tiene en cuenta la intensidad de las actividades que se llevan a cabo dentro del hospital se ha tenido en cuenta, que este pabellón en concreto se corresponde con el Hospital de Día de Hematología y las habitaciones de los médicos de guardia. De este modo, el pabellón se encuentra activo las 24 horas del día con una intensidad media.

La zona climática se cumplimenta de manera automática al introducir la provincia y la localidad donde se localiza el Hospital.

Hasta este punto, los datos requeridos se han encontrado disponibles en el Catastro de la Comunidad Foral de Navarra, así como en el mapa del Complejo Hospitalario de Navarra.

A la hora de introducir los datos de definición del edificio, ha de echarse mano al certificado de eficiencia energética del Pabellón A que se ha mencionado con anterioridad.

La superficie útil habitable es de 7031,4 m², distribuidos en dos plantas.

La altura de planta, al ser un dato desconocido, se ha propuesto por defecto 2,7 m.

Respecto a la ventilación del inmueble, se ha establecido un valor de 0,8 renovaciones por hora ya que es el valor mínimo que establece la normativa.

La demanda de agua caliente sanitaria correspondiente a este pabellón también es un dato del que se dispone, en este caso es de 4675,31 litros/día.

La masa de las particiones internas se estimará que es media, pues este dato es desconocido.

En última instancia, hay la opción de señalar si se ha hecho un ensayo de estanqueidad del edificio, que en este caso no ha sido realizado y por eso no se marca la casilla. Este ensayo permite evaluar la permeabilidad del edificio sin embargo el CTE no lo exige, por lo tanto, no es obligatorio.

Con objeto de añadir una información que facilite la visualización y ubicación del edificio en el informe que generará el técnico al concluir la evaluación, se puede incluir una imagen del mismo, así como el plano de situación.

6.2.4.4. Envolvente térmica

Una vez cumplimentados todos los datos administrativos y generales del pabellón, se procederá a definir la envolvente térmica que recubre el edificio. Desde la cubierta, hasta el puente térmico, pasando por el muro, suelo, partición interior y huecos o lucernarios.

De esta manera se calculará la transmitancia de cada una de estas superficies que conforman el edificio. Cuanto mayor sea la transmitancia, más bajo será el nivel de asilamiento y mayor serán las pérdidas térmicas de la superficie en cuestión.

6.2.4.5. Suelo

En primer lugar, ha de definirse si el suelo está en contacto con el terreno o con el aire exterior. En este caso está en contacto con el terreno. La superficie la conocemos, 353,56 m², la profundidad se estima de 4 m, mientras que la transmitancia térmica la dejaremos por defecto.

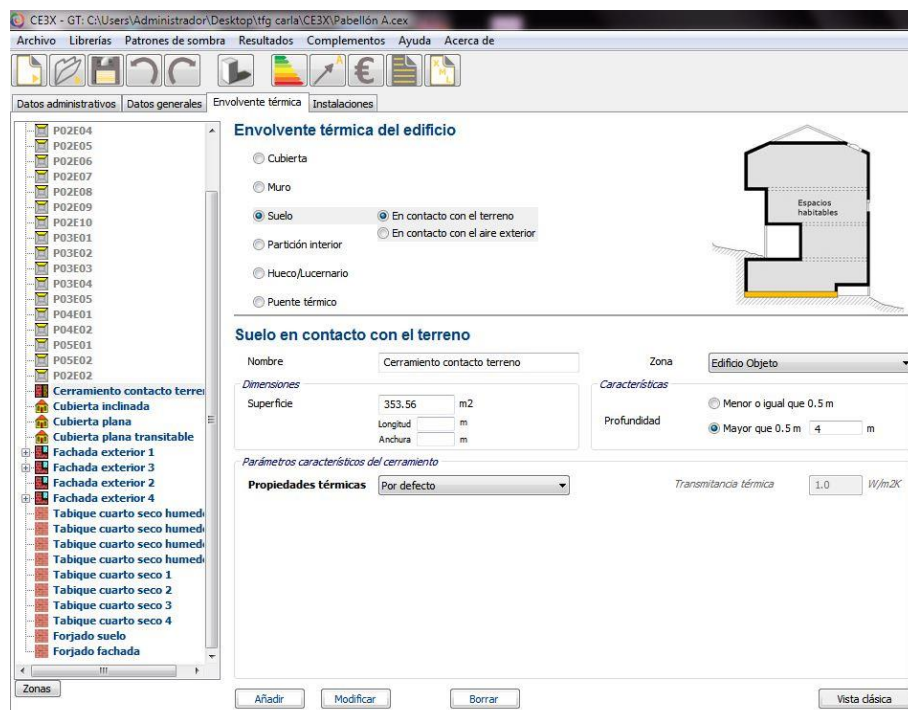


Figura 6.24. Envolvente térmica del edificio, suelo.

6.2.4.6. Cubiertas

El Pabellón A dispone de cuatro cubiertas, una cubierta inclinada, otra cubierta inclinada de chapa, una cubierta plana y otra cubierta plana transitable. Cada una de ellas debe ser tratada de manera independiente.

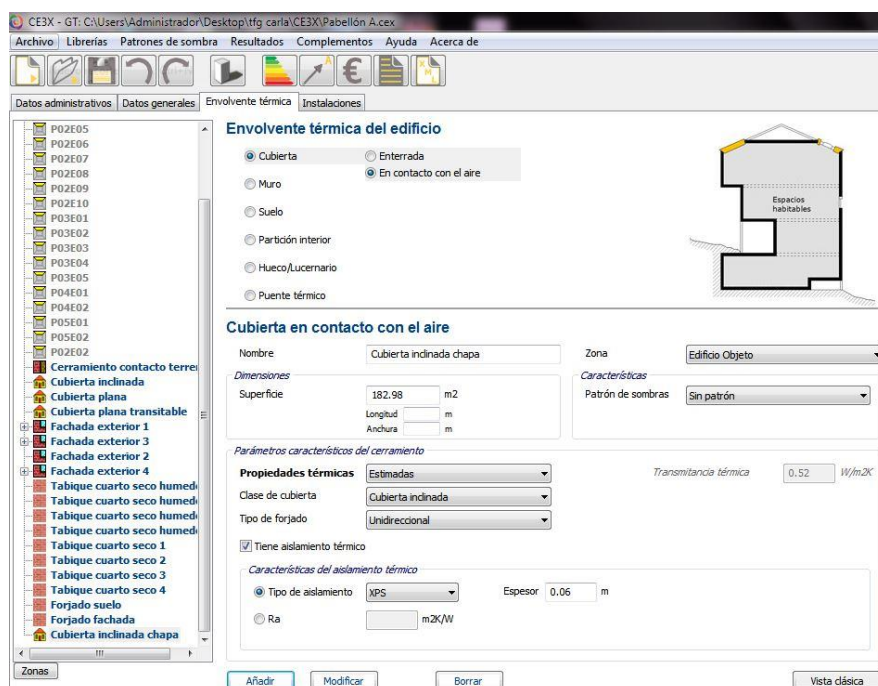


Figura 6.25. Envolvente térmica del edificio, cubiertas.



En primer lugar, hay que definir si la cubierta está enterrada o en contacto con el aire. Las cuatro cubiertas del pabellón están en contacto con el aire.

Seguidamente ha de introducirse la superficie de cada una de ellas, la cual está desglosada en el certificado original que se utiliza como base.

Respecto a las propiedades térmicas, estas son estimadas en las cuatro cubiertas. Poseen un forjado unidireccional y un aislamiento térmico de poliestireno extruido (el más habitual en este tipo de edificios) de espesor variable en función de cada cubierta.

6.2.4.7. Muros

Para continuar definiendo la envolvente térmica del edificio, han de definirse los muros.

En esta parte, el programa permite escoger entre tres opciones: muro en contacto con el terreno, de fachada o medianería.

Al tratarse de un pabellón individual, los cuatro muros existentes son de fachada y cada uno de ellos se trata individualmente.

De igual forma que con los apartados anteriores, debe introducirse la superficie que ocupa cada muro. Para la correcta definición de los muros se pide la orientación que tiene cada uno de ellos. Para conocer estos datos se ha utilizado la herramienta Google Maps.

- Fachada exterior 1: Este
- Fachada exterior 2: Norte
- Fachada exterior 3: Oeste
- Fachada exterior 4: Sur

Cabe mencionar que no se precisa un patrón de sombras para la evaluación de este pabellón.

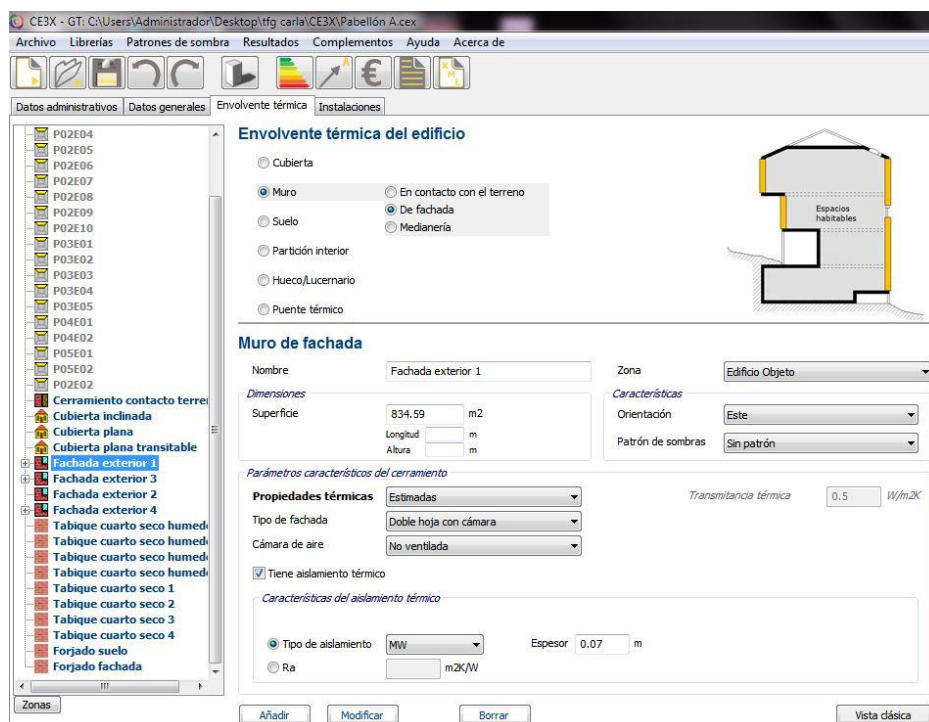


Figura 6.26. Envolvente térmica edificio, muros.

En todos los muros las propiedades térmicas son estimadas, con un tipo de fachada de doble hoja con cámara de aire no ventilada.

El aislante térmico es de lana mineral, uno de los más habituales para fachadas. Su espesor es de 7 centímetros.

En las fachadas irán integrados los huecos o lucernarios que se detallarán más adelante.

6.2.4.8. Particiones interiores

El siguiente punto a tratar son las particiones interiores, es decir, aquellos elementos constructivos que separan espacios habitables de espacios no habitables, como pueden ser unos almacenes o una sala de calderas.

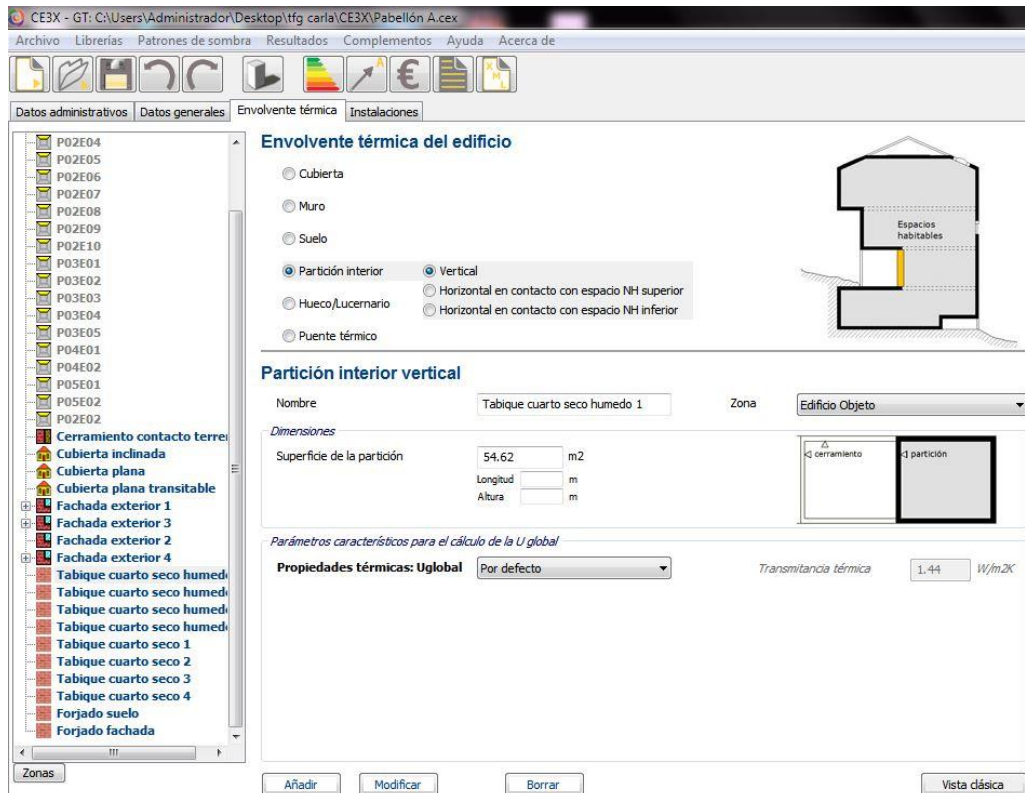


Figura 6.27. Envolvente térmica edificio, particiones interiores.

Se dividen en tres grupos: cuatro tabiques pertenecientes al cuarto seco húmedo, otros cuatro tabiques pertenecientes al cuarto seco un forjado del suelo y un forjado de fachada. Todas ellas se definirán de forma individual.

En este apartado hay tres opciones para definir la partición interior: vertical, horizontal en contacto con espacio no habitable superior u horizontal con espacio no habitable inferior.

Tanto los tabiques del cuarto seco húmedo como los del cuarto seco y la fachada son verticales, mientras que el forjado de suelo es horizontal en contacto con espacio no habitable inferior.

Para las particiones interiores también ha de definirse la superficie ocupada por cada partición, datos que conocemos gracias al certificado original.

En el caso de las propiedades térmicas, estas serán establecidas como conocidas ya que también se dispone de dicha información.

6.2.4.9. Huecos o lucernarios

Este apartado se refiere a las puertas y ventanas del edificio.

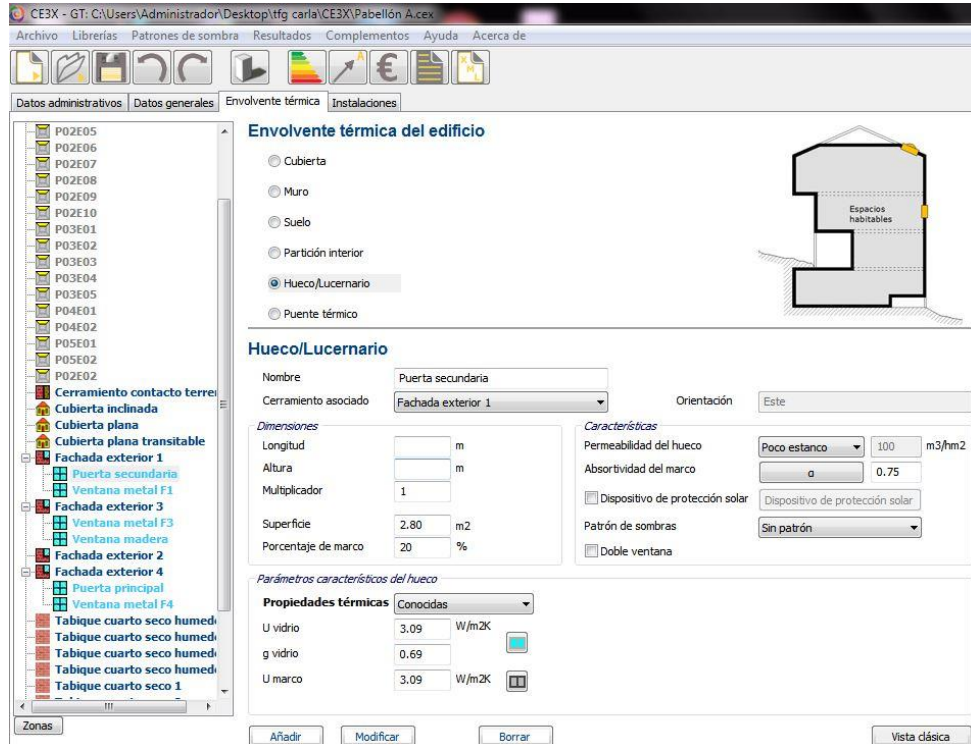


Figura 6.28. Envoltente del edificio, huecos o lucernarios.

Como se ha mencionado en el apartado correspondiente a los muros, cada uno de los huecos o lucernarios irán asociados a una fachada:

- Puerta principal y ventana de metal, fachada 4.
- Puerta secundaria y ventana de metal, fachada 1.
- Ventana de madera y ventana de metal, fachada 3.

Respecto a la permeabilidad del hueco se ha decidido calificarlo como “Poco estanco” y el multiplicador para determinar el número de ventanas varía en función de la fachada, según lo observado a través de la función “Street view” de Google Maps. La absortividad del marco se ha estimado que sea media, con un valor de 0,75.

En cada caso introduciremos su superficie y propiedades térmicas correspondientes, las cuales son conocidas.

6.2.4.10. Instalaciones

Por último, para terminar con la introducción de datos, se solicita información acerca de las instalaciones. Se pueden diferenciar entre: equipo de ACS, equipo de solo calefacción, equipo de solo refrigeración, equipo de calefacción y refrigeración, equipo mixto de calefacción y ACS, equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS,

contribuciones energéticas, equipos de iluminación, equipos de aire primario, ventiladores, equipos de bombeo y torres de refrigeración.

Generadores de calefacción

En primer lugar, se dispone de un grupo generador de calefacción compuesto por cuatro calderas.

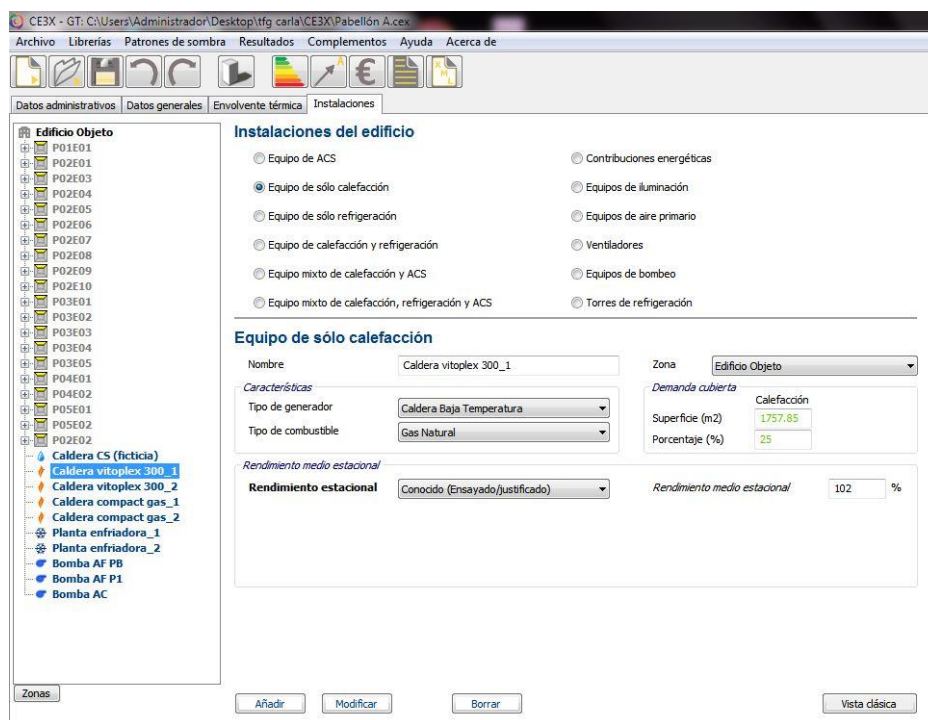


Figura 6.29. Instalaciones del edificio, solo calefacción.

Cada caldera deberá ser tratada de forma individual.

Ha de indicarse el tipo de generador, que puede ser estándar, de condensación, de baja temperatura, bomba de calor, bomba de calor con caudal variable, efecto Joule o equipo de rendimiento constante.

Del mismo modo, debe marcarse el tipo de combustible que utiliza, pudiendo escoger entre gas natural, gasóleo-c, electricidad, GLP, carbón, biocarburante, biomasa no densificada o pellets.

El rendimiento medio estacional puede ser conocido o estimado, en este caso es un dato conocido para todas las calderas.

Este rendimiento permite evaluar las necesidades energéticas de un edificio, teniendo en cuenta las condiciones de uso, de climatología y las características propias del equipo en cuestión.

En la Tabla 6.14 se resumen las características de cada una de las cuatro calderas encargadas de la calefacción.

Tabla 6.14. Generadores de calefacción, calderas.

Marca	Modelo	Tipo de generador	Tipo de combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento estacional (%)
Viessmann	Vitoplex 300	Baja temperatura	Gas natural	141,4	102
Viessmann	Vitoplex 300	Baja temperatura	Gas natural	126,2	102
Baxi	Compact gas	Convencional	Gas natural	141,1	102
Baxi	Compact gas	Convencional	Gas natural	141,1	102

Se estima que el porcentaje de demanda que cubre cada una es del 25%.

Generadores de refrigeración

Con los generadores de refrigeración se llevará a cabo la misma operación.

En este caso se dispone de dos plantas enfriadoras.

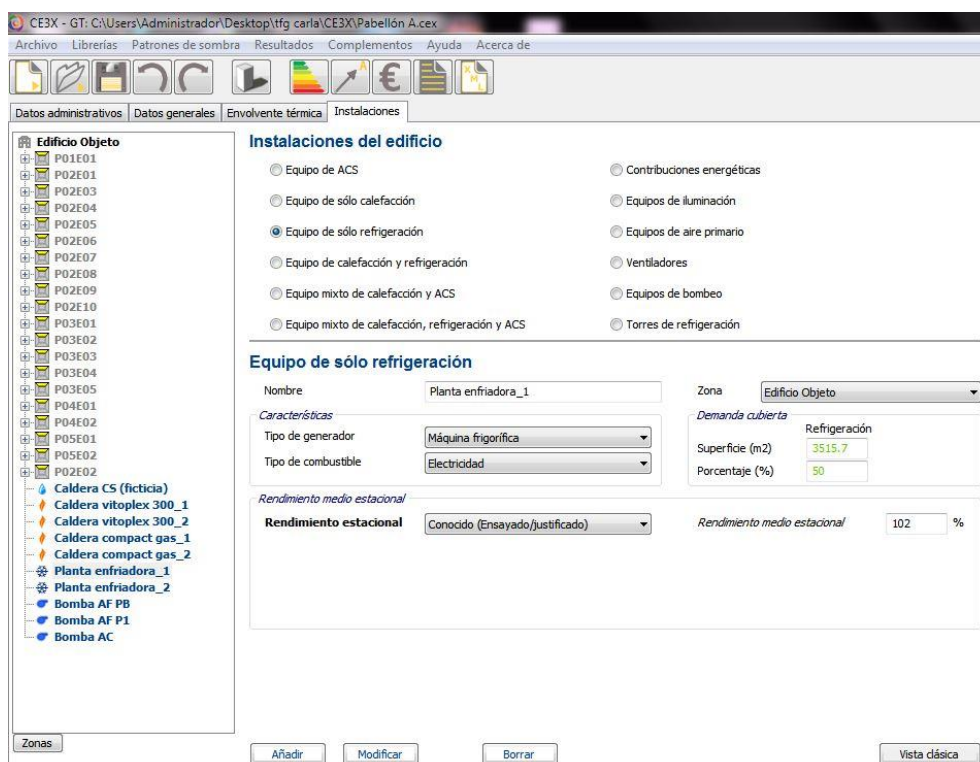


Figura 6.30. Instalaciones del edificio, solo refrigeración.

Aquí el tipo de generador puede ser una máquina frigorífica, una máquina frigorífica de caudal variable o un equipo de rendimiento constante. Ambas son consideradas máquinas frigoríficas de caudal constante.

Para el tipo de combustible puede elegirse entre la misma variedad existente para las calderas. En este caso las máquinas de refrigeración funcionan con electricidad.

El rendimiento estacional es de nuevo conocido.

Tabla 6.15. Generadores de refrigeración, plantas enfriadoras.

Nombre	Tipo de generador	Tipo de combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento estacional (%)
Planta enfriadora 1	Compresor eléctrico	Electricidad pensinsular	147	102
Planta enfriadora 2	Compresor eléctrico	Electricidad pensinsular	147	102

En la Tabla 6.15 se resumen las características de cada una de las plantas enfriadoras encargadas de la refrigeración del pabellón. Se estima que la satisfacción de demanda es 50% - 50%.

Instalaciones de ACS

Además de las calderas pertenecientes al grupo de generación de calefacción, en el Pabellón A se dispone también de una caldera destinada a la gestión de agua caliente sanitaria la cual satisface el 100% de la demanda.

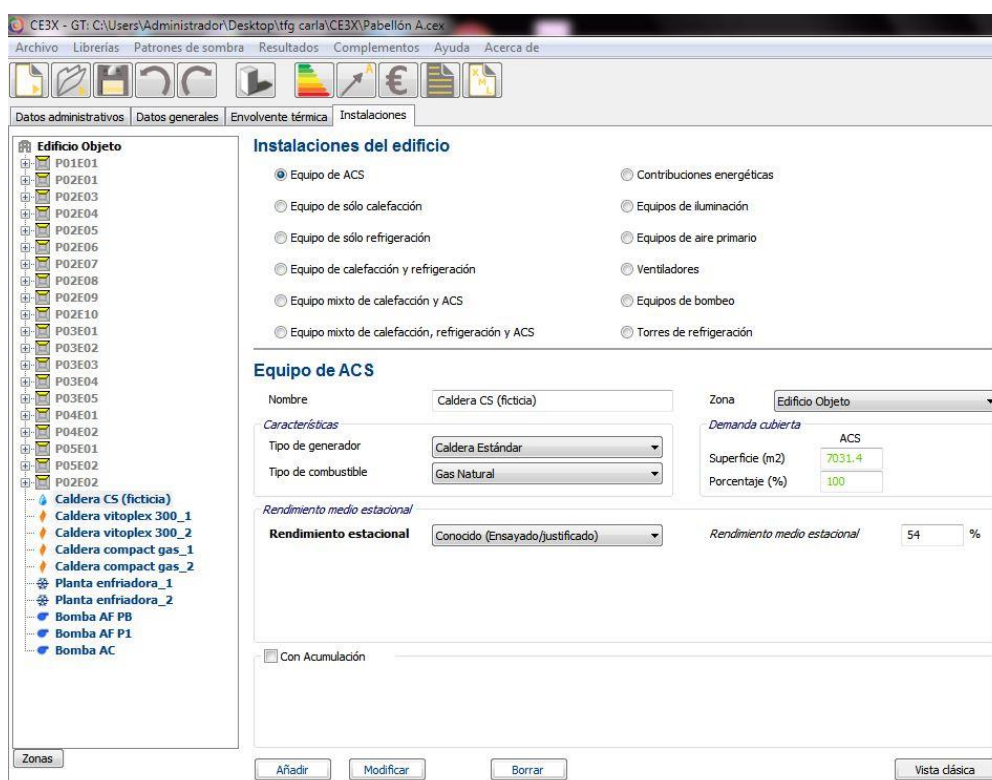


Figura 6.31. Instalaciones del edificio, ACS.

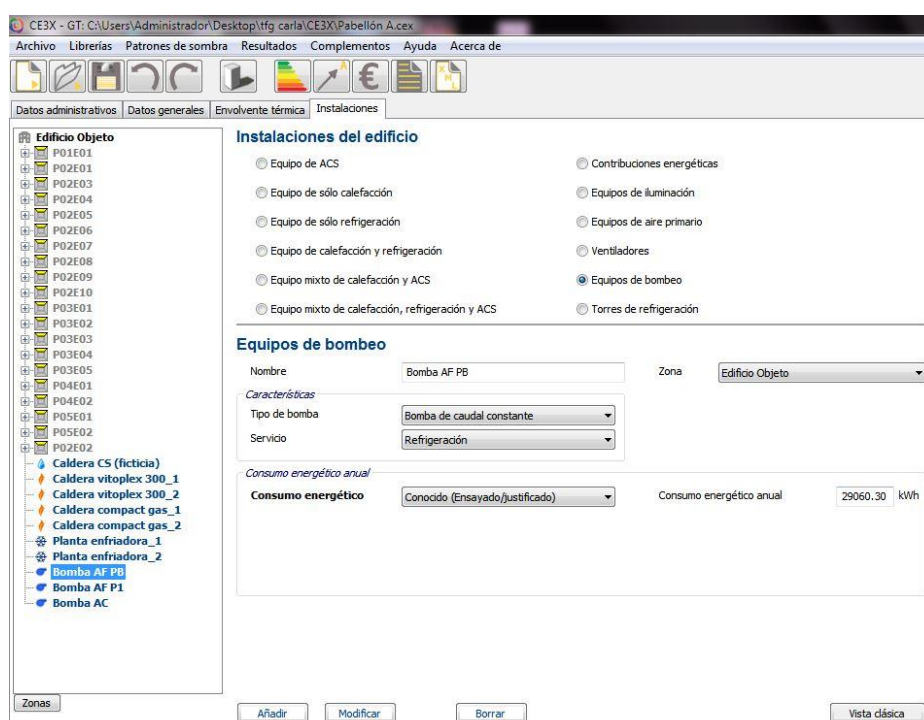
En la Tabla 6.16 se detallan las características de esta caldera, entre las que destaca un rendimiento estacional del 54%.

Tabla 6.16. Instalación de ACS. (Fuente: elaboración propia)

Nombre	Tipo de generador	Tipo de combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento estacional (%)
Caldera ACS (ficticia)	Caldera estándar	Gas natural	80	54

Equipos de bombeo

Por otro lado, se definen los equipos de bombeo. Estos equipos están conformados por tres bombas, dos destinadas al agua fría y una destinada al agua caliente.



La imagen muestra la interfaz de usuario del software CE3X. En el panel izquierdo, se listan los componentes del edificio, incluyendo calderas y bombas. En el panel central, se configuran las instalaciones del edificio, seleccionando 'Equipos de bombeo'. En el panel derecho, se detallan las características de una bomba específica, como su tipo (bomba de caudal constante) y su servicio (refrigeración). Se indica también el consumo energético anual de 29060.30 kWh.

Figura 6.32. Instalaciones del edificio, equipos de bombeo.

En el tipo de bomba, se despliegan dos opciones diferentes: bomba de caudal constante o bomba de varias velocidades. En el caso de las tres bombas presentes, la opción escogida es la de caudal constante.

Aparece otra casilla que designa el tipo de servicio al que se destina cada bomba, pudiendo escoger entre ACS, calefacción y refrigeración. Dos bombas están destinadas a la refrigeración y la restante a calefacción.

En este tipo de instalaciones lo que se solicita ya no es el rendimiento medio estacional sino el consumo energético anual, datos conocidos y que se recogen en la Tabla 6.17.

Tabla 6.17. Equipos de bombeo. (Fuente: elaboración propia)

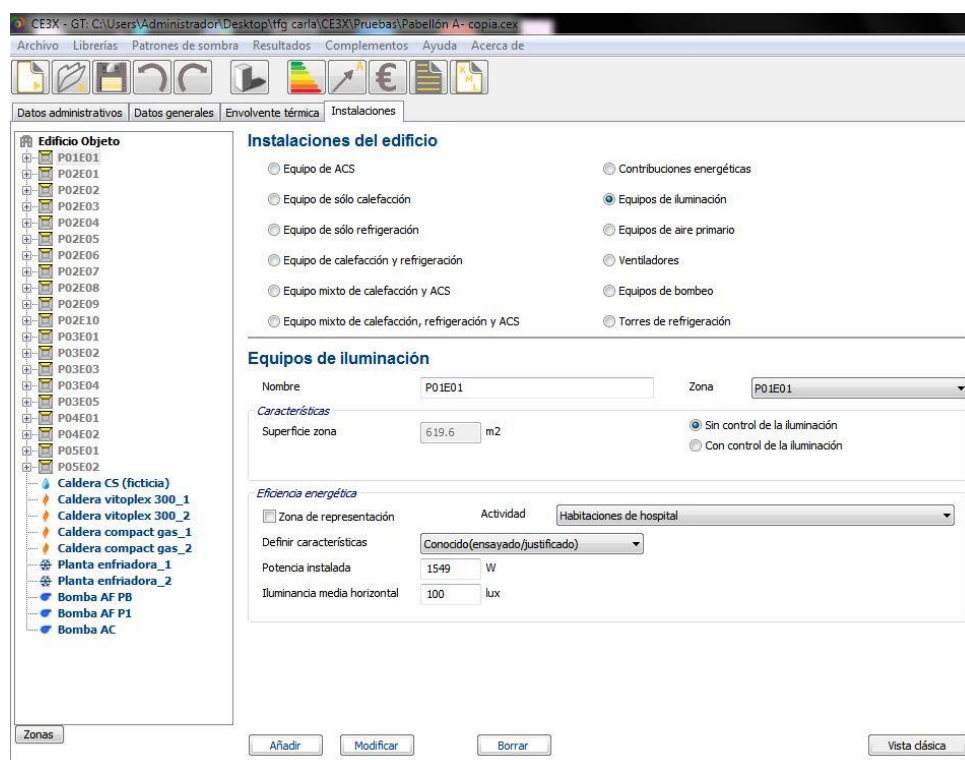
Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía (kW/año)
Bomba AF PB	Bomba	Refrigeración	29.060,30
Bomba AF P1	Bomba	Refrigeración	18.193,80
Bomba AC	Bomba	Calefacción	1.911,15

Instalación de iluminación

La siguiente instalación que se nos presenta es la relativa a la iluminación.

Existen dos grupos diferenciados según el uso de la zona a la hora de determinar el valor de eficiencia energética límite de la instalación (VEEI): zonas de no representación y zonas de representación. En las primeras se puede priorizar la seguridad, confort visual o eficiencia energética por delante de otros criterios como el diseño o la imagen generada. Por el contrario, en las segundas tiene más relevancia los criterios de diseño frente a todo lo demás.

En este caso concreto, al encontrarse el Hospital de Día de hematología en el pabellón objeto de estudio y no disponer de datos suficientes para conocer como se distribuye concretamente la iluminación, se ha decidido marcar la casilla “Zona de no representación” en todos los casos. Respecto a la actividad se ha escogido la opción “habitaciones de hospital”.



CE3X - GT: C:\Users\Administrador\Desktop\ftg\carla\CE3X\Pruebas\Pabellón A- copia.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica **Instalaciones**

Edificio Objeto

- P01E01
- P02E01
- P02E02
- P02E03
- P02E04
- P02E05
- P02E06
- P02E07
- P02E08
- P02E09
- P02E10
- P03E01
- P03E02
- P03E03
- P03E04
- P03E05
- P04E01
- P04E02
- P05E01
- P05E02
- Caldera CS (ficticia)
- Caldera vitoplex 300_1
- Caldera vitoplex 300_2
- Caldera compact gas_1
- Caldera compact gas_2
- Planta enfriadora_1
- Planta enfriadora_2
- Bomba AF PB
- Bomba AF P1
- Bomba AC

Instalaciones del edificio

☐ Equipo de ACS
☐ Equipo de sólo calefacción
☐ Equipo de sólo refrigeración
☐ Equipo de calefacción y refrigeración
☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

☐ Contribuciones energéticas
☒ Equipos de iluminación
☐ Equipos de aire primario
☐ Ventiladores
☐ Equipos de bombeo
☐ Torres de refrigeración

Equipos de iluminación

Nombre: P01E01 Zona: P01E01

Características

Superficie zona: 619.6 m2

☒ Sin control de la iluminación
☐ Con control de la iluminación

Eficiencia energética

☐ Zona de representación

Actividad: Habitaciones de hospital

Definir características: Conocido(ensayado/justificado)

Potencia instalada: 1549 W

Iluminancia media horizontal: 100 lux

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 6.33. Instalaciones del edificio, equipos de iluminación.

Para poder introducir todos los equipos de iluminación, ha sido necesario crear zonas del edificio que se corresponden con los diferentes pasillos y estancias, indicando la superficie de cada una de ellas.

A continuación, se desglosa en la Tabla 6.18 la potencia instalada, el valor de VEEI y la iluminancia media correspondiente a cada equipo.

Tabla 6.18. Equipos de iluminación. (Fuente: elaboración propia)

Espacio	Potencia instalada (W)	VEEI (W/m ² *100lux)	Iluminancia media (lux)
P01E01	1.549,00	2,5	100
P02E01	199,10	2,5	100
P02E02	2.287,25	2,5	500
P02E03	12.771,00	2,5	500
P02E04	16.900,00	2,5	1000
P02E05	10.058,25	2,5	500
P02E06	12,30	2,5	100
P02E07	27,75	2,5	100
P02E08	61,25	2,5	100
P02E09	100,28	2,5	100
P02E10	102,18	2,5	100
P03E01	359,85	2,5	100
P03E02	11.181,13	2,5	500
P03E03	2.211,00	2,5	500
P03E04	2.464,50	2,5	500
P03E05	102,18	2,5	100
P04E01	11.181,25	2,5	500
P04E02	102,18	2,5	100
P05E01	2.034,80	2,5	100
P05E02	806,70	2,5	100

Tabla 6.19. Valores límite VEEI según CTE-DB-HE3.

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Como se puede apreciar en la Tabla 6.19, el valor VEEI de 2,5 definido para las estancias del Pabellón A, cumple con la normativa exigida ya que el límite para las habitaciones de hospital se establece en 4.

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Para el caso concreto de los edificios terciarios existe otro apartado más sobre las instalaciones, los denominados sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración.

En esta parte se definen otras instalaciones auxiliares que están en funcionamiento en determinadas áreas concretas del pabellón.

Aquí es donde se complica la simulación ya que para poder definir las zonas asociadas a las que abastecen estos sistemas es fundamental conocer la superficie útil de las mismas.

Si echamos un vistazo al Anexo I, se puede ver en las páginas 3 y 4 toda la información que a este apartado respecta. En ellas se ve como se dispone cada sistema en una tabla la cual aporta información sobre la marca y el modelo, el tipo de sistema, el nombre de la zona a la que está asociada y la potencia y rendimiento estacional de calor, frío o los dos en función de si se trata de un equipo de solo calefacción, solo refrigeración o de calefacción y refrigeración conjunto. Pero no se especifica la superficie útil de cada zona.

En este caso no podrían estimarse dichas superficies puesto que no se dispone de ninguna referencia ni ningún plano distributivo del interior del Pabellón A.

De este modo, la calificación energética simulada se realizará sin tener en cuenta estos sistemas y se analizará las diferencias entre esta y la original.

6.2.5. Calificación energética

Una vez definidos todos los apartados anteriores con relación al edificio, se puede acceder a la pestaña de “Calificación Energética” donde se detallará una escala de certificación desde la A (más eficiente) hasta la G (menos eficiente) que certificará el nivel de eficiencia energética del pabellón.

En la simulación realizada se ha obtenido una calificación del nivel de emisiones de CO₂ de 58,3 kgCO₂/m², valoración a la cual le corresponde la letra C. A pesar de encontrarse en la franja que abarca las tonalidades verdes, lo cierto es que se encuentra al límite de este, muy próximo al nivel de calificación D.

En la parte derecha de la Figura 6.34 se desglosan las calificaciones obtenidas para cada indicador. La demanda de refrigeración ha obtenido una calificación A, mientras que las emisiones de este sistema al igual que las del sistema de iluminación, has conseguido una B. Sin embargo, llama la atención la valoración de la demanda de calefacción, las emisiones de esta misma y las de ACS, indicadores valorados con una G, de manera que se consideran muy ineficientes.

Se determina, por tanto, que esta edificación tiene aspectos que mejorar en aras de mejorar su eficiencia energética y, por consiguiente, obtener una mejor calificación.



Figura 6.34. Calificación energética obtenida en la simulación.

Como se ha podido observar a medida que se han ido explicando las diferentes instalaciones de las que dispone el Pabellón A del Hospital de Navarra, este edificio no dispone de ningún sistema de generación mediante energías renovables. Esto puede ser interesante a la hora de estudiar las medidas de mejora.

Una vez visto esto, llegaría la parte de elaborar y proponer una serie de mejoras que podrían ser aplicables con objeto de obtener un ahorro energético y una mejora de la eficiencia del edificio en cuestión.

6.2.6. Comparativa certificación energética original vs. Simulación

Una vez avanzado el trabajo y de cara a aportar un acercamiento más práctico al cumplimiento de los objetivos, que eran conocer algunas medidas de mejora a nivel general en la arquitectura sanitaria, así como el impacto que este tipo de edificios tiene en el consumo energético, se quiso intentar conocer esto mismo en un caso general. Para ello se investigó y, finalmente después de encontrarse con la negativa por parte de los diversos organismos de Cantabria, se dio con esta información sobre el Hospital de Navarra que está disponible de forma pública.

Al haberse encontrado con las diferentes limitaciones comentadas a lo largo de todo el trabajo, se ha decidido darle una vuelta de tuerca y enforcarlo desde otra perspectiva, lo cual es lo que se realizará a continuación.

Con este ánimo, se llevará a cabo una comparativa de los resultados obtenidos en la simulación confrontados con los originales. De este modo, se podrá explicar de una forma más visual la variabilidad que sufren los indicadores de eficiencia energética de un edificio y la gran importancia que tiene poseer e introducir los datos más precisos posibles, en aras de realizar una evaluación lo más adecuada y ajustada a la realidad.

En primer lugar, se comparará la calificación energética global obtenida en cada proceso de certificación.

En un primer impulso se podría llegar a pensar que en la simulación realizada con CE3X, al no incluir los sistemas secundarios, la calificación global de consumo de energía y, consecuentemente, la de emisiones, serían menores que en la calificación original. Es decir, la simulación tendría una mejor calificación energética que la original.

Sin embargo, nada más lejos de la realidad.

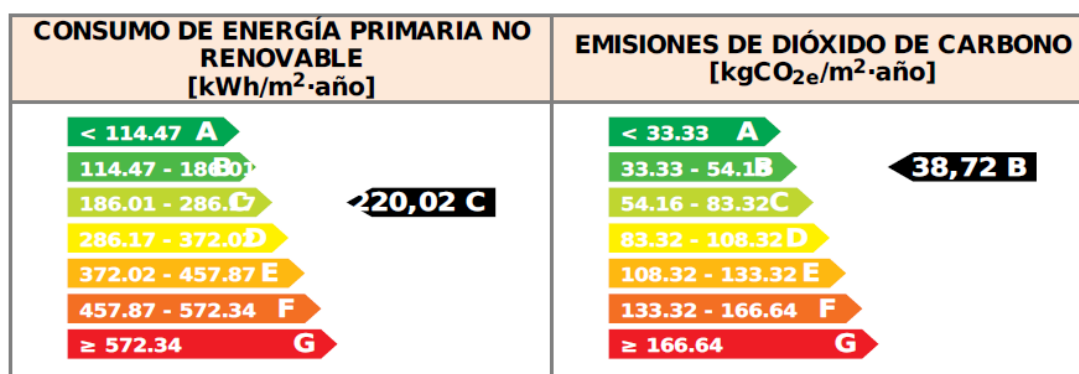


Figura 6.35. Calificación energética original, obtenida con HULC.

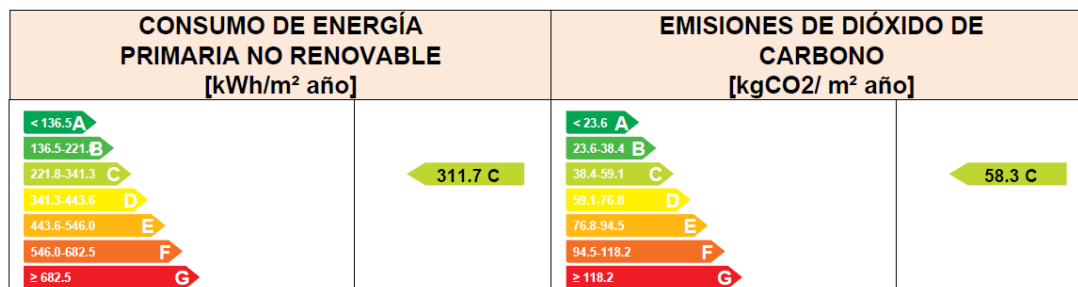


Figura 6.36. Calificación energética simulada, obtenida con CE3X.

Por un lado, la Figura 6.35 muestra la calificación energética original. Por el otro lado, la Figura 6.36 muestra la calificación energética de la simulación. Aunque los programas utilizados para su obtención han sido diferentes, se puede observar a simple vista que arrojan unos resultados estéticamente similares.

En un primer momento puede parecer que la certificación sale peor porque no se han incluido las instalaciones auxiliares pero lo cierto es que conocer este dato no es tan sencillo. Probablemente también interfiera el no conocer la superficie de las zonas asociadas que pueden no encontrarse en el mismo Pabellón A, pero sí abastecerlo.

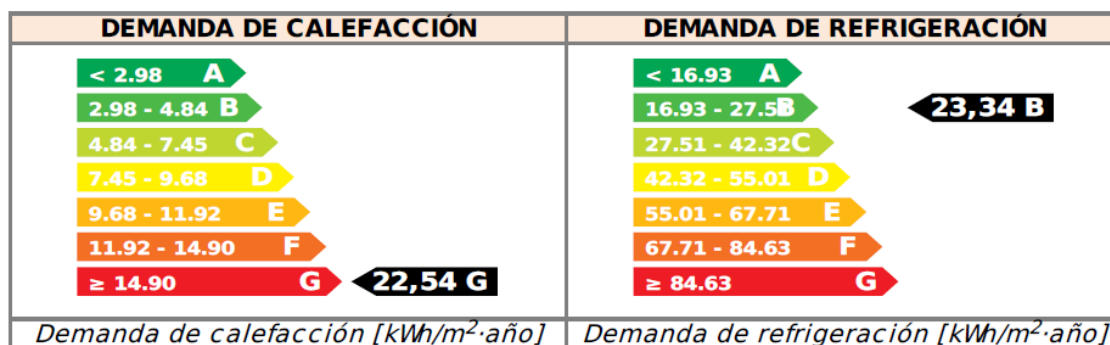


Figura 6.37. Calificación energética original, obtenida con HULC. Calificaciones parciales de demanda.

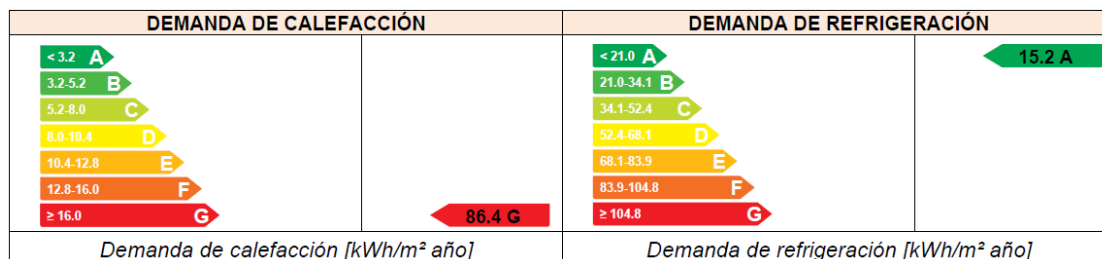


Figura 6.38. Calificación energética simulada, obtenida con CE3X. Calificaciones parciales de demanda.

En relación a la demanda de refrigeración, la diferencia se puede tornar un poco más clara ya que, entre los sistemas secundarios que no se pudieron introducir en la simulación, se encuentran aproximadamente ocho enfriadoras.

Respecto a la demanda de calefacción, se presume que este valor se haya visto afectado por las estimaciones acerca del porcentaje de demanda que cubre cada caldera.

Después de estas explicaciones se puede entrever la importancia de la exactitud de los datos.

En el certificado original, la técnica comenta que en diversos casos se han realizado estimaciones a falta de datos concretos. Carecería de ningún sentido ni rigor analítico el hacer estimaciones de las estimaciones, ya que el resultado podría variar enormemente, desvirtualizándose y alejándose de la realidad.

6.2.7. Medidas de mejora

Uno de los objetivos de la realización de un certificado energético, además de conseguir la etiqueta energética, es sin duda hacer un estudio de medidas que se puedan implementar para mejorar la eficiencia del edificio evaluado, así como reducir las emisiones que produce y obtener un ahorro económico.

De todas ellas se debe estudiar tanto su viabilidad técnica como económica para así poder clasificarlas y tener una visión clara de cuáles son las más rentables.

Una vez introducidos todos los datos administrativos, asimismo como aquellos que definen la envolvente térmica y las instalaciones, el programa CE3X dispone de un apartado de “Medidas de mejora”. En él pueden definirse conjuntos de mejoras que el mismo programa determina por defecto, pero también se presenta la opción de ser definidas por el propio usuario.

Las medidas pueden ser fijadas para cuatro elementos: el aislamiento térmico, los huecos o lucernarios, los puentes térmicos o las instalaciones.

En las medidas por defecto, CE3X despliega una lista de las posibles mejoras a adoptar y aporta la nota mejorada del caso base. En esta opción solo habría que escoger la opción con mejor nota o la que se considere en su caso.

Si por el contrario, se desea implementar una medida diferente a las propuestas, habría que definir nuevos valores. Por ejemplo, si se considerara mejorar la transmitancia térmica de alguna parte concreta de la envolvente, debe introducirse ese valor conocido o si se añade aislamiento, su conductividad térmica y espesor.

En el Anexo I, la certificadora técnica propuso dos medidas de mejora:

- Mejora 1: Sustituir el sistema de producción de calor por otra alternativa basada en calderas de condensación.

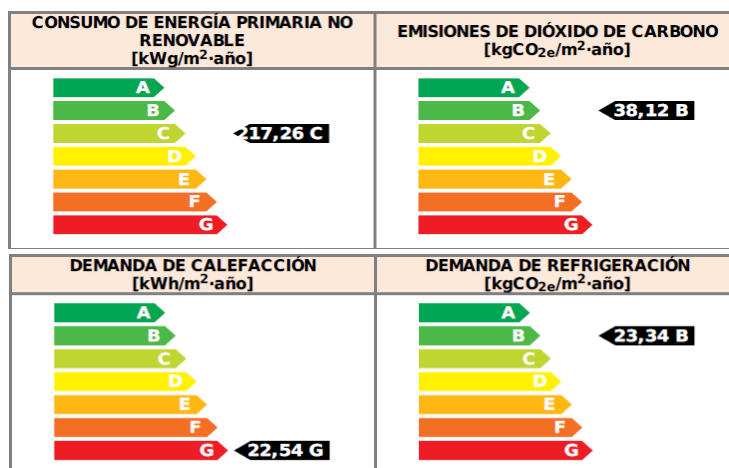


Figura 6.39. Calificación energética mejora 1 del certificado original.

- Mejora 2: Sustituir la carpintería exterior existente por otros de mejores prestaciones térmicas.

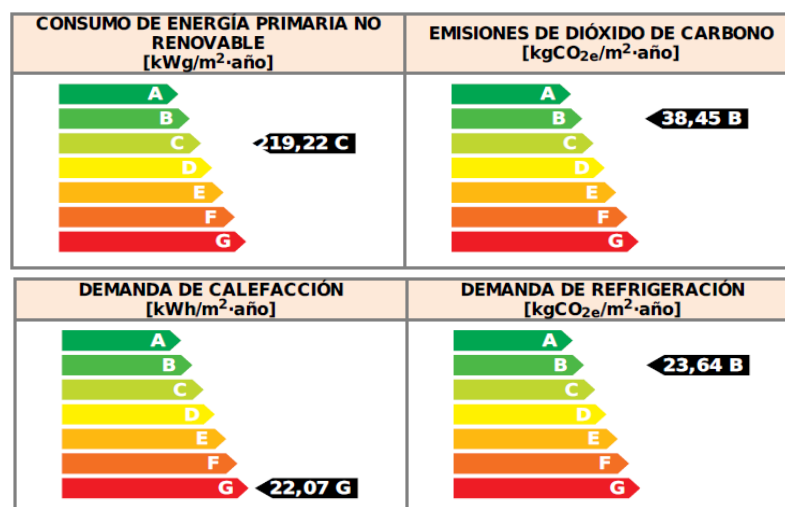


Figura 6.40. Calificación energética mejora 2 del certificado original.

Como se puede observar tanto en la Figura 6.39 como en la Figura 6.40, las mejoras propuestas en el certificado original no suponen un progreso sustancial, no tienen gran impacto respecto a la situación inicial.

En términos de eficiencia energética, las calderas de condensación son de las más eficientes del mercado. Este tipo de caldera puede alcanzar un gran rendimiento gracias al aprovechamiento del calor latente de la condensación del vapor de agua procedente de la combustión. Este calor lo utiliza para calentar el agua del circuito de la caldera.



Otro punto favorable es que, gracias a ese aprovechamiento del calor, producen menos emisiones de CO₂.

A pesar de ello, el impacto que tendría sobre los indicadores energéticos del edificio sería mínimo.

Respecto a la mejora 2, tener un aislamiento óptimo es fundamental no solo en edificios de arquitectura sanitaria sino en cualquiera en general. Hay que tener en cuenta que una gran parte de la producción energía se destina a la climatización de las estancias. Si el aislamiento no es de la calidad suficiente, podrían generarse pérdidas o infiltraciones, aumentando así la demanda de los equipos de climatización, los cuales tendrán que aumentar su producción para paliar estos problemas. Lo que se traduce en un consecuente aumento del gasto económico.

La sustitución de los marcos y vidrios existentes podría ser una buena solución para mejorar el aislamiento de forma que, por ejemplo, se minimicen las pérdidas a través de puentes térmicos. Sin embargo, ya se ha visto que en términos de la calificación energética no supone una gran mejora, aunque esto también dependerá de la tipología de las carpinterías que se escojan y las características que presenten.

Con estos ejemplos se puede hacer una idea de la complejidad que tiene mejorar la eficiencia energética de un edificio ya existente. Teniendo en cuenta que ni siquiera se está entrando a valorar el impacto económico de la implementación de estas medidas porque no hay que olvidar que no es lo mismo tener un listado de medidas susceptibles de ser implementadas a nivel particular, como podría ser una vivienda, que un edificio gestionado por organismos públicos.

De ahí la importancia de disponer de todos los datos exactos para llevar a cabo esta tarea.

Posteriormente, se verán algunas medidas de mejora que podrían adoptarse en cualquier hospital en aras de mejorar el rendimiento del edificio, desde medidas más convencionales hasta alguna que otra más innovadora.

6.2.8. Análisis económico

El programa CE3X dispone de un apartado que permite realizar un análisis económico de las medidas que se van a estudiar lo cual es muy interesante a la hora de evaluar la rentabilidad económica de cada una de las medidas propuestas.

Previamente, se habría estudiado cada una de las medidas de forma individual para analizarlas en materia de consumos y emisiones, es decir, su calificación energética.

Con todo ello podría obtenerse una valoración técnico-económica que relacione el ahorro que produce cada mejora y la inversión de la misma, y que facilita la toma de decisiones en favor de las más rentables.

La dinámica sigue una línea de desarrollo similar a los anteriores apartados en la que hay que ir introduciendo una serie de datos que el programa solicita.

Para un cálculo más preciso, es necesario disponer de las facturas energéticas pertinentes, correspondientes a cada tipo de combustible utilizado en las instalaciones definidas en los pasos anteriores. Es importante conocer el consumo anual propio de cada combustible, así como la estructura que posee la distribución de cada uno de ellos.

Por un lado, se requieren los precios asociados a cada combustible a día de la realización del análisis, de igual manera que el incremento anual del precio de la energía (la tendencia de los últimos años en %) así como el tipo de interés (en %) que implica la rentabilidad que se quiere obtener con las medidas de mejora propuestas.

Por otro lado, para la realización completa del cálculo, es necesario introducir la vida útil de cada propuesta, así como el coste que supone su implementación y el incremento del coste de mantenimiento anual en relación con el existente en la situación inicial.

El resultado es un análisis, tanto teórico como real (basado en las facturas requeridas en primera instancia) de los años de amortización y del Valor Actual Neto (VAN), lo cual facilita el estudio de viabilidad de cada inversión.

Para que una medida sea rentable y sea susceptible de ser seleccionada es condición indispensable que $VAN > 0$ ya que proporciona los posibles beneficios económicos.

Como la finalidad de este trabajo no es seleccionar la mejor medida para implementarla en un edificio concreto, sino analizar desde una perspectiva más descriptiva la magnitud que adquiere la eficiencia energética en general en los hospitales y la importancia de disponer de información muy concreta para llevar a cabo este tipo de estudios, no se realizará ningún análisis económico.

Además, hay que tener muy en cuenta que, al tratarse de un hospital público, la cantidad de dinero disponible para invertir en este ámbito depende de los presupuestos que el Gobierno de Navarra haya aprobado. Podría darse el caso de que las medidas de ahorro energético escogidas no sean abarcables debido a las limitaciones económicas.

6.3. MEDIDAS DE MEJORA PARA HOSPITALES DE FORMA GENÉRICA

En este apartado se ha querido recoger una serie de medidas para la mejora de la eficiencia energética en los hospitales, de forma genérica y descriptiva.

No se trata de llevar a cabo un análisis técnico para un edificio en concreto, sino de explicar en qué consistirían cada una de las medidas, sus ventajas e inconvenientes, y como podrían afectar al consumo del hospital, las emisiones de CO₂ y demás factores.

Si se quisiera aplicar alguna medida de las siguientes a un hospital o pabellón concretos, primero debe realizarse el correspondiente estudio técnico, energético y económico, como ya se ha explicado con anterioridad.

6.3.1. Integración de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE)

Un Sistema de Gestión de la Energía no es más que un conjunto de herramientas destinadas a organizar las políticas energéticas que rigen, en este caso un hospital, y que

también gestionan todas aquellos elementos o instalaciones que interactúan con la energía. Está regulado por la norma ISO 50001:2011.

En muchos casos se complementa con otros sistemas como los Sistemas de Gestión Ambiental.

Es económico y puede ser instalado en cualquier edificio o empresa.

Permite llevar un registro del rendimiento energético de manera que permite conocer en todo momento los datos relativos al uso de la energía favoreciendo la disminución del impacto energético y la mejora paulatina de todos los procesos en los que participe la energía.

Se basa en el ciclo de mejora continua: Planificar – Ejecutar – Verificar – Actuar

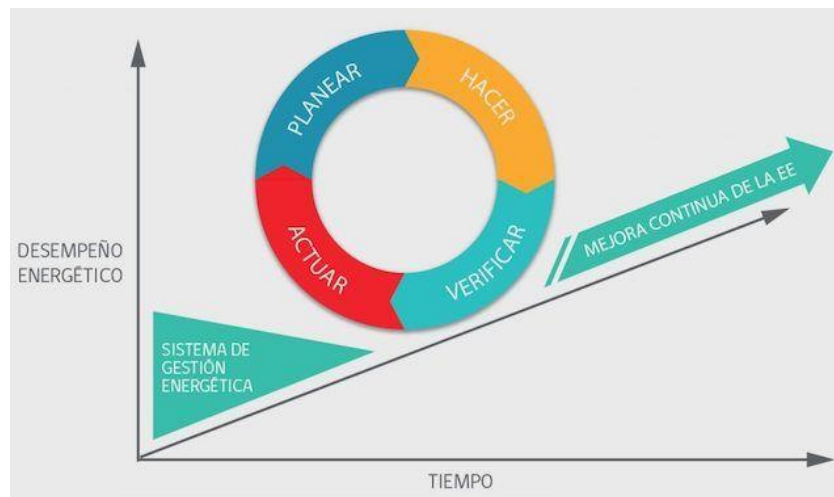


Figura 6.41. Ciclo de mejora continua. (Fuente: ecointeligencia.com)

Esta metodología consiste en un proceso cíclico de planificación que permite optimizar tiempos y las actividades a realizar. De esta forma se fomenta la mejora continua, gracias a la previsión de riesgos y solución de problemas, mejorando la organización del sistema y aumentando la eficiencia energética.

Tabla 6.20. Ventajas e inconvenientes de la integración de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE). (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Muy eficaz en el seguimiento de todas las actuaciones energéticas • Registra todos los datos de forma que se puede llevar un control absoluto • Permite establecer objetivos en materia de eficiencia energética • Favorece la mejora continua • Puede eliminar paradas no deseadas en una instalación • Reducción de gasto energético y económico 	<ul style="list-style-type: none"> • La inversión económica que implica la monitorización de todas las instalaciones

A pesar de la inversión económica que supone adoptar un sistema de gestión de la energía, las ventajas que aporta son muchas y de larga duración en el tiempo, ya que una vez implantado el SGE la monitorización y el seguimiento energético es constante.

Como ejemplo de instalación de un SGE está el Hospital Quirón de Barcelona. El sistema, que fue integrado en el año 2019, ha permitido una reducción del consumo eléctrico de 3.042.207 kWh y de 708 tnCO₂, suponiendo un ahorro del 9,3% durante los últimos tres años [36]. Además de todo esto, también han reportado un aumento de la seguridad y del confort de los pacientes.

Otro caso de éxito es el Hospital Universitario de La Ribera, en Valencia. En su caso el ahorro medio anual del 5,5%, con una reducción de 2.760.000 kWh y un ahorro aproximado de 25.000€ [37].

6.3.2. Instalación de sistemas de regulación de la iluminación

El Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía publicó en el año 2020 la “Guía técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Hospitales y centros de atención primaria” mediante la cual establece una serie de recomendaciones para una mejor gestión de estos sistemas.

Se sugiere la implantación de sistemas que regulen la iluminación. Entre ellos se encuentran algunos como, por ejemplo:

- Control de presencia: interruptores manuales o temporizados. Los manuales son más habituales, el problema que tienen es que tienen tendencia a quedarse en posición de encendido más tiempo de lo que realmente se necesita. Por el contrario, los automáticos se pueden programar para que se apaguen a una hora determinada en función de los horarios de actividad de cada estancia pudiendo encenderse de nuevo manualmente si fuera necesario.

De esta forma las luces estarían encendidas el tiempo estrictamente necesario, no más.

- Detectores de presencia: siguen la línea de los anteriores, con la diferencia de que estos responden a la ausencia de personas con el apagado automático de la luz. Pueden ser infrarrojos, acústicos por ultrasonidos, por microondas o híbridos.
- Luz natural: se refiere a las ventanas. Están proyectadas y construidas de base. Debe aprovecharse la luz natural al máximo ya que no solo produce una reducción del consumo de electricidad, sino que también resulta más agradable para los pacientes que tienen que estar hospitalizados. Ha de buscarse siempre un equilibrio entre la luz natural y la artificial. Existe un regulador tipo fotocélula que regula esta última en función de la cantidad de luz que entra del exterior, puede ser “todo/nada” o de regulación progresiva.

Tabla 6.21. Ventajas e inconvenientes de la instalación de sistemas de regulación de la iluminación. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Permite realizar encendidos selectivos y regularlos según actividad • Las luces se encienden sólo cuando sea necesario, se reduce el consumo de electricidad • Puede suponer un ahorro al 20% según el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede resultar extraño para las personas • Los trabajadores del hospital deben ser informados del funcionamiento, puede causar rechazo • Ha de llevarse un control exhaustivo de las horas de actividad de cada estancia

A pesar de que los inconvenientes a simple vista parezcan demasiados, con alguna campaña de sensibilización o curso informativo podría solventarse, ya que frente a los beneficios que ofrece este sistema, sale muy rentable.

6.3.3. Sustitución de la iluminación por tecnología LED

Siguiendo la tónica de la medida anteriormente comentada, otra mejora que se encuentra avalada por infinidad de estudios y casos prácticos, es la sustitución de la iluminación por otra de tecnología LED de características similares.

Esta tecnología aúna todos los principios necesarios para ofrecer un servicio seguro, de calidad y más eficiente que las luminarias convencionales. Se estima que, en una comparación con un fluorescente de características similares, la tecnología LED puede suponer un ahorro en el consumo del 50%.

Teniendo en cuenta la normativa a cumplir en la UNE 12464 junto con las recomendaciones del IDAE, la tendencia en los últimos años es que la luz sea lo más parecida a la luz natural, con el objetivo de que esta sea amigable y cómoda para los pacientes y todas aquellas personas que tengan que hacer uso de las instalaciones del hospital.

Una iluminación adecuada favorece el bienestar del paciente y puede suponer un factor que beneficie su recuperación, de la misma manera que facilita y optimiza el trabajo a realizar por el personal sanitario.

Esta medida se llevó a cabo en el LIFE SMART Hospital Río Hortega de Valladolid, mencionado en el capítulo del estado del arte. Exactamente, se sustituyeron 1212 luminarias convencionales por unas nuevas de tecnología LED en zonas de gran actividad y consumo energético, como son los paritorios, las zonas de hospitalización y urgencias, entre otras.

Estos sistemas se pueden complementar con los reguladores mencionados anteriormente (detector de usuarios, del grado de luz natural, la intensidad de esta, etc.), con el objetivo de ofrecer un servicio todavía de superior calidad como puede ser, por ejemplo, la regulación automática de la intensidad de la luz en función de la cantidad de personas que haya en la sala.

Este sistema también fue adoptado en el LIFE SMART Hospital. El conjunto de ambas medidas supuso un ahorro energético del 63%.

A continuación, se detallarán las ventajas e inconvenientes de la adopción de esta medida.

LÚMENES	LED	FLUORESCENTES	HALÓGENAS	INCANDESCENTES
80 - 90	1W	-	-	10W
240 - 270	3W	-	-	20W
400 - 450	5W	-	-	35W
560 - 630	7W	-	29W	50W
800 - 900	10W	20W	40W	80W
960 - 1080	12W	24W	49W	100W
1200 - 1350	15W	30W	62W	120W
1600 - 1800	20W	40W	80W	150W
4800 - 5400	60W	120W	250W	400W
6400 - 7200	80W	160W	320W	450W
7200 - 8100	90W	180W	370W	550W
9600 - 10800	120W	240W	500W	750W
12000 - 13500	150W	300W	620W	900W
12800 - 14400	160W	320W	663W	950W
GASTO ENERGÉTICO	😊	😊	😐	😞
AHORRO	+ DE 80%	+ DE 60%	+ DE 30%	0%

Figura 6.42. Comparativa de luminarias. (Fuente: ovacen)

Tabla 6.22. Ventajas e inconvenientes de la sustitución de la iluminación por tecnología LED. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor vida útil, alrededor de 50.000 horas de uso • Las más eficientes del mercado • La inversión se recupera relativamente pronto con el ahorro económico que generan • Fácil montaje y mantenimiento • Sus componentes son respetuosos con el medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren de una inversión inicial mayor

Si bien la inversión que requiere la sustitución de las luminarias por unas tipo LED es mayor que otras opciones, la gran vida útil que tienen, junto con el escaso mantenimiento que requieren hacen que esta alternativa sea una de las más implementadas.

6.3.4. Instalación de paneles solares fotovoltaicos para electricidad

Respecto a la adopción de medidas de ahorro que impliquen energías renovables, una de las primeras a tener en cuenta es la instalación de un sistema solar fotovoltaico para la producción de electricidad.

Este sistema se compondrá de varios elementos fundamentales:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversores
- Sistema de control
- Soportes
- Batería (si es con acumulación)

Su funcionamiento es muy sencillo, los paneles absorben la radiación solar produciendo electricidad en corriente continua para, seguidamente, ser los inversores los que transforman esta corriente continua en corriente alterna.

Habitualmente este tipo de sistemas son con vertido de excedentes a red ya que las baterías de almacenamiento, a día de hoy, disparan desorbitadamente el precio de la instalación. Con el vertido de excedentes a red, como la palabra lo dice, la producción excedente se puede verter a la red, de manera que se obtendría una retribución económica en función de los kWh vertidos.

A continuación, se analizarán las ventajas e inconvenientes que pueden tener las instalaciones solares fotovoltaicas.

Tabla 6.23. Ventajas e inconvenientes de una instalación solar fotovoltaica. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil de 25 años • Amortización a medio plazo • Mantenimiento muy sencillo 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción solo en horas diurnas • A veces requieren de grandes espacios para su instalación • La producción varía en función del clima y de la zona donde se ubique

Es uno de los sistemas más implementados en cuanto a energías renovables se refiere debido a su gran rentabilidad. Además, con la tendencia actual de ascenso del precio de la electricidad, la idoneidad de este tipo de sistemas se impone todavía más.

Un ejemplo claro en el que se apuesta por la utilización de esta alternativa es el Hospital de Mollet, en Barcelona. En este hospital se instalaron 1368 módulos fotovoltaicos que aúnan 602 kWp, con una producción aproximada de 800.000 kWh/año abastecerá el 12,5% de la demanda eléctrica total. Un 25% durante los meses de verano y un 7% durante los meses de invierno.



Figura 6.43. Sistema solar fotovoltaico en la cubierta del Hospital de Mollet. (Fuente: energias-renovables.com)

La inversión de este sistema asciende hasta los 450.000€, la cual se espera amortizar en un periodo de 7 años. [38]

6.3.5. Instalación de paneles solares térmicos para ACS

Una instalación solar térmica puede abastecer al sistema de agua caliente sanitaria a través del aprovechamiento del calor que procede de la radiación solar.

Este tipo de instalaciones no funcionan de manera individual, sino que se complementan con calderas (de gas natural, por ejemplo) de modo que se reducen las emisiones de

CO₂ al disminuir el consumo de combustibles y se produce también un ahorro energético. Si en algún momento la demanda de ACS fuera mayor de lo que puede proporcionar la instalación térmica, sería la caldera la que entraría en funcionamiento.

En este caso, al tratarse de una instalación con circulación forzada se compondrá de varios elementos, principalmente:

- Colectores solares fijos: captan la energía solar, lo convierten en calor y calientan el fluido que circula por el interior de estos. Es muy importante que los captadores estén bien aislados térmicamente para evitar las pérdidas de calor.
- Intercambiador de calor: transfiere el calor de un medio a otro.
- Depósito acumulador: almacena el agua ya caliente.
- Circuito hidráulico: por él se transporta el agua.
- Bomba de circulación: opera el circuito moviendo los caudales de fluido, según se demande.
- Sistema de control y regulación

Los colectores absorben la radiación solar, la transforman en calor y este calor se transfiere a otro medio que circula por los colectores y que puede ser agua, aceite o aire. Posteriormente, en el intercambiador de calor, este se transfiere del fluido procedente de los colectores al agua que será bombeada al depósito acumulador para su posterior utilización como ACS.

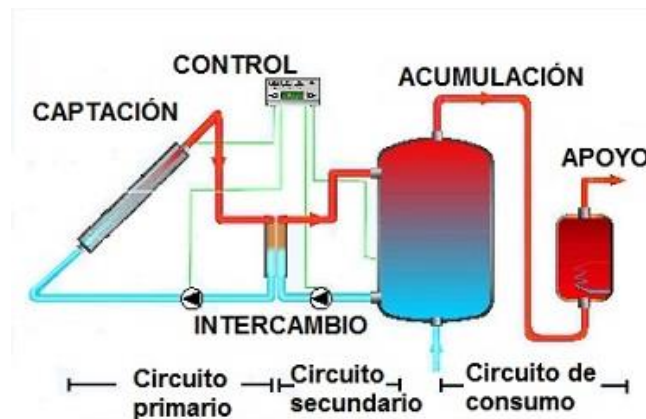


Figura 6.44. Esquema de funcionamiento instalación térmica de circulación forzada. (Fuente: ingemecanica)

Como necesita un área suficientemente extensa para albergar la instalación, se suelen ubicar en las azoteas de los hospitales, pudiendo utilizar otras zonas en función de la disponibilidad y las características. No conlleva un gran impacto ambiental.

Tabla 6.24. Ventajas e inconvenientes de la instalación de paneles solares térmicos para ACS. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce el consumo de combustible • Reduce las emisiones de CO₂ • Tiene una vida útil de 20 años 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene que ser complementaria a otro sistema como una caldera convencional • El nivel de radiación que puede captar varía en función de la climatología • Es necesario una extensión considerable para su instalación • Inversión elevada

Según la auditoría energética [39] en la que se puso en marcha una instalación como esta, los resultados obtenidos de ahorro energético anual fue del 2,37% y 11.000€ aproximadamente.

6.3.6. Ajuste del caudal de aire en la ventilación de los quirófanos

Este sistema, también denominado “setback”, permite reducir el caudal de aire de la ventilación de los quirófanos cuando estos no están siendo utilizados, resultando en un potencial ahorro de energía.

Habitualmente, los sistemas de climatización y ventilación en los quirófanos están configurados para trabajar como si la actividad quirúrgica fuera continua. De este modo se está consumiendo más energía de la que realmente se necesita, con el consecuente gasto económico que ello implica.

En [40] se expone un estudio realizado en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUVa), en concreto en sus quirófanos. Explica cómo se plantearon tres escenarios diferentes con el SCADA, que es un software de monitorización que controla, supervisa y registra los datos y lecturas de funcionamiento de los equipos.

En primer lugar, se estudió el valor de caudal reducido óptimo para que no interfiriera en la asepsia del quirófano (esterilización de la zona, ausencia de bacterias). Se estableció un valor de 1350 m³/h para funcionamiento reducido, mientras que el normal es de 2700 m³/h. Una vez hallado, se determinaron tres posibles escenarios para la reducción del caudal en los quirófanos, sin interrumpir su actividad habitual:

- 1) Fines de semana desde el viernes a las 18:00 hasta las 6:00 del lunes.
- 2) Entre las 18:00 y las 6:00 L-V, más el escenario 1).
- 3) Entre las 17:00 y las 9:00 L-V, más el escenario 1).

En la Tabla 6.25 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 6.25. Ahorros energéticos y económicos en cada escenario. (Fuente: [40])

	Escenario 1 (Fin de semanas)	Escenario 2+1 (Reducción 12h)	Escenario 3+1 (Reducción 16h)
Tiempo asociado (h)	3127	5368	6298
Consumo sin reducción (kWh)	32675,64	62448,92	74853,99
Consumo con reducción (kWh)	13374,42	24312,43	29657,44
Ahorro energético (kWh)	19301,22	38136,49	45196,55
Ahorro energético (€)	760,47	1502,58	1780,74
Ahorro eléctrico (kWh)	2814,3	4831,2	5668,2
Ahorro eléctrico (€)	318,3	546,41	641,07
Ahorro/quirófano (kWh)	22115,52	42967,69	50864,75
Ahorro/quirófano (€)	1078,77	2048,99	2421,82
Aplicado las estrategias a los 18 quirófanos			
Ahorro total (MWh)	398,08	773,42	915,57
Ahorro/quirófano (€)	19.417,78	36.881,75	43.592,72

La tabla superior detalla muy bien en términos energéticos además de económicos los beneficios que puede traer consigo este sistema.

En el escenario 1, el más conservador, se conseguiría un ahorro energético por quirófano de 22.115,52 kWh, aplicado a los 18 quirófanos presentes en el hospital, esta cifra ascendería hasta 398,08 MWh/año.

En el escenario 3, el más ambicioso, el ahorro total anual ascendería hasta casi 1 GWh, equivalente aproximadamente a 44.000€.

Estos datos avalan la viabilidad de un proyecto como este, que resulta muy económico ya que su instalación se fundamentaría en la reprogramación de SCADA y se puede adoptar en cualquier hospital.

Tabla 6.26. Ventajas e inconvenientes del ajuste del caudal de aire en la ventilación de los quirófanos. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Muy económico Favorece el ahorro energético No afecta a la asepsia del quirófano Permite restaurar las condiciones de actividad en menos de un minuto 	<ul style="list-style-type: none"> Implica un estudio previo de las horas de actividad del quirófano, así como del caudal reducido óptimo En caso de no disponer de un sistema SCADA, primero sería imprescindible su adopción

Esta propuesta es muy interesante y puede suponer un coste mínimo en caso de que ya disponga de un sistema SCADA. Si por el contrario este no estuviera presente, pasaría

algo similar a la implantación de un SGE, la inversión sería elevada, pero sería muy rentable ya que los beneficios serían notificados en toda su vida útil.

6.3.7. Integración de un sistema de trigeneración

Si un sistema de cogeneración se basa en la producción conjunta de energía mecánica y energía térmica útil, la trigeneración le añade, además, la producción de refrigeración. Y lo hace a partir de un único combustible, como puede ser el gas natural.

Este sistema puede suministrar electricidad, calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

El agua caliente se puede almacenar para ser distribuida cuando así se precise, como ocurre con el ACS o la calefacción en la temporada de invierno. Por contra, en verano, como la demanda de calor disminuye, ese excedente puede aprovecharse a través de un sistema de refrigeración por absorción para producir frío (climatización). Al ciclo de cogeneración se le añadiría una máquina de absorción.

En [41] se estudia un caso práctico de instalación en un hospital, cuyo sistema estaría conformado por:

- Turbina de gas
- Caldera de recuperación
- Acumulador de vapor
- Intercambiador de placas para ACS
- Depósito de acumulación para ACS
- Intercambiador de placas para calefacción
- Depósito de acumulación para calefacción
- Máquina de absorción de doble efecto
- Electroválvulas y una válvula de 3 vías

Este estudio determinó que con el sistema de trigeneración se producía un ahorro económico en relación con la demanda energética superior al 30%. Este sistema no solo cubre la demanda del hospital, sino que produce una cantidad mayor pudiendo verter esta a la red con la correspondiente retribución económica.

Tabla 6.27. Ventajas e inconvenientes de la integración de un sistema de trigeneración. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • De muy alta eficiencia energética • Cubre la demanda energética del hospital 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene un coste muy elevado • No se empezaría a recuperar la inversión hasta pasados más de 5 años • Necesario tomar medidas para reducir vibraciones y ruidos • Al generar más energía de la demandada, se derrocha energía

Hay algunos los hospitales que ya han integrado este sistema en sus instalaciones, como el Hospital Vall D'Hebrón en Barcelona o el Hospital Universitario Son Llàtzer en Mallorca.

La gran inversión que supone la implantación de un sistema de trigeneración provoca que en la mayoría de las ocasiones se opte por un sistema de cogeneración convencional.

6.3.8. Sistema de reutilización del agua de rechazo de la unidad de hemodiálisis

Hay muchas medidas que se pueden tomar en favor del ahorro de agua, grifería temporizada o electrónica, inodoros con doble pulsador, campañas de sensibilización... Pero existen otros sistemas más innovadores y que resultan en un mayor ahorro de agua. A continuación, se detallará la posibilidad de reutilizar el agua de rechazo de la unidad de hemodiálisis, medida adoptada en el Hospital Río Hortega de Valladolid en su proyecto LIFE SMART Hospital [42].

Los pacientes con insuficiencia renal terminal deben someterse varias veces a la semana a un tratamiento que filtre su sangre, supliendo de esta forma la función que deberían realizar los riñones. El tratamiento consiste en extraer la sangre del paciente, esta circula a través de un tubo hasta llegar a un filtro que hace de sustituto de los riñones eliminando las toxinas e impurezas presentes, así como el exceso de agua. Una vez purificada la sangre, circula de nuevo por el tubo hasta entrar en el organismo del paciente.

Este tratamiento se denomina hemodiálisis y es un proceso que consume mucha energía. Se estima que, por cada litro de agua tratada para su utilización en diálisis, dos litros son desechados.

Como se puede intuir, las unidades de hemodiálisis precisan de una estación de tratamiento del agua que se va a utilizar como diálisis. Estas están conformadas por sistemas de descalcificación, filtración, decoloración y dos etapas de ósmosis inversa (proceso para eliminar sales disueltas y bacterias del agua). De esta planta sale, por un

lado, el agua purificada lista para ser utilizada en los tratamientos médicos y, por el otro lado, el agua de rechazo.

La medida que en estas líneas se describe consiste en reutilizar el agua de rechazo proveniente del proceso de ósmosis inverso.

Esta agua, al haber sido tratada con ese proceso, ha eliminado cualquier toxina que pudiera traer de la red de abastecimiento. El estudio realizado para comprobar si la calidad del agua de rechazo era apta para su aprovechamiento sentenció que, a pesar de que algunos componentes químicos del agua habían sufrido variaciones en su composición, el agua cumplía con los estándares necesarios para el consumo humano.

Así, el hospital consiguió un ahorro del 4,7% sobre el total de consumo, lo que equivaldría a entre 15 y 18 m³ de agua al día.

Tabla 6.28. Ventajas e inconvenientes de un sistema de reutilización del agua de rechazo de la unidad de hemodiálisis.
(Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Muy económico Reduce significativamente el consumo de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Se precisa un tanque para almacenamiento del agua que se vaya a reaprovechar

Tras esta explicación podría determinarse que una alternativa como esta podría resultar muy beneficiosa en aquellos centros sanitarios que dispongan de una unidad de hemodiálisis.

6.3.9. Conexión del hospital a una red de calor de biomasa

Se considera biomasa todo aquel recurso que puede ser utilizado como fuente de energía. Puede ser de tres tipos:

- Natural: pastos, árboles, ramas, tallos, etc.
- Residual: proveniente de residuos sólidos urbanos (RSU), desechos de la agricultura o de la industria, entre otros.
- Artificial o producida: son los llamados cultivos energéticos, cuya finalidad es exclusivamente producir esta materia para su uso energético.

Este tipo de energía se considera un sistema neutro en emisiones de CO₂. Esto se explica porque el carbono liberado en el proceso de combustión de la biomasa sería el equivalente al que previamente habrían absorbido los cultivos que permitieron su producción. Es decir, se compensa.

En diversidad de edificios, incluyendo los hospitales, se han adoptado medidas en favor de la mejora de la eficiencia energética como la instalación de calderas de biomasa. En este caso, se va un paso más allá planteando la conexión del hospital a una red de calor de biomasa.

El más claro ejemplo es, de nuevo, el Hospital Clínico Universitario de Valladolid [43], el cual se conectó en enero de 2019 a una red de calor alimentada por una central térmica de biomasa localizada la Universidad de Valladolid. Esta central está compuesta por tres calderas de biomasa de 4200 kW cada una y otra caldera de 5000 kW, además, el biocombustible que utilizan para la producción de energía térmica es la astilla de madera.

Esto consiste en un sistema de “district heating” o calefacción urbana, que no es más que una red de distribución de tuberías mediante las que se transporta el calor a cada zona conectada, el cual es producido en una misma central.

Particularmente, la red a la que está conectada este hospital tiene una extensión de 12 kilómetros, distribuye agua caliente a más de 30 edificios públicos y cualquiera que se ubique próximo a la red e instale una subestación de calor puede beneficiarse de este sistema.

Este hospital, que consume cerca de 13 millones de kWh al año, es el que mayor porcentaje de energía térmica suple con energías renovables de España con un 99% de abastecimiento de la demanda. La cantidad restante la suple con calderas de gas natural.

Tabla 6.29. Ventajas e inconvenientes de la conexión del hospital a una red de calor de biomasa. (Fuente: elaboración propia)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Es neutro en emisiones de CO₂ • Favorece la reducción de la contaminación al prescindir de otras instalaciones más contaminantes • Aumenta la vida útil de la instalación del hospital • Abastece el 99% de la demanda de energía térmica del hospital • Produce un ahorro económico en la factura, resulta más barato que el gas natural 	<ul style="list-style-type: none"> • No suministra agua caliente por encima de 82°C • Necesita apoyo de calderas convencionales • Es necesario hacer obras para la adecuación al sistema • Precisa espacio para ubicar la subestación • Gestión y seguimiento energético complejo • Inversión demasiado alta

A pesar de que las ventajas que tiene este sistema son numerosas y de peso, los inconvenientes resultan fatales. El primer gran problema es que hay que disponer de

una red de calor de biomasa y su red de distribución, además de la necesidad de hacer una gran obra para adecuarse a ello. Esto, junto con el coste que todo ello supone, hacen ver que esta medida necesita desarrollarse más a todos los niveles, con el fomento de la misma a nivel comunitario, más subvenciones, etc.

Por este motivo, la implantación de calderas de biomasa individualizadas es una medida muy recurrente y quizá la opción más viable.

Estas son solo algunas medidas, escogidas debido al especial interés que puede suscitar su carácter innovador, que pueden ser adoptadas en la mayoría de los hospitales, previo estudio de viabilidad. Cabe mencionar que no son las únicas, hay muchas más que se pueden adaptar a las necesidades concretas de cada edificio y que pueden abarcar desde mejoras en la gestión, en la envolvente y en las instalaciones, incluyendo la apuesta por las energías renovables. Aquí se enumeran algunas más:

- Mejoras en la gestión:
 - Optimización de la potencia contratada
 - Organizar campañas de sensibilización y cursos informativos
 - Implementar el apagado automático de los ordenadores administrativos
- Mejoras en la envolvente:
 - Sustitución de carpinterías exteriores por otras de mejores prestaciones que minimicen las pérdidas térmicas por puente térmico
 - Introducir un aislamiento térmico exterior (SATE)
 - Mejora del aislamiento en la cubierta
- Mejoras en las instalaciones:
 - Sustitución de calderas por otras de condensación a gas
 - Instalación de una bomba de calor
 - Instalación de recuperador de humos en calderas
 - Sustituir plantas enfriadoras por otras más eficientes
 - Instalación de una caldera de biomasa

7. IMPACTO DE LA COVID – 19

7.1. El virus, la pandemia y algunas cifras

Nos situamos en China, concretamente en la ciudad de Wuhan, donde a fecha 31 de diciembre de 2019, lo que se creía como una serie de problemas respiratorios o “neumonías” acabó resultando la confirmación de los primeros casos de coronavirus en el mundo. Concretamente, coronavirus SARS-CoV-2, que causa la enfermedad de la COVID-19.

Respecto a su origen se manejan varias hipótesis, si bien todavía no ha sido probada ninguna de ellas.

Este virus puede ser tan letal como silencioso, pues cabe la posibilidad de que una persona se infecte y no padezca ningún síntoma, es decir, que sea asintomático. Esto es uno de los factores más críticos de la COVID-19, ya que el hecho de no experimentar síntomas no impide transmitir el virus a otras personas. Dicho de otra forma, es posible estar infectado y no ser consciente de ello, lo que conlleva el riesgo de contagiar la enfermedad a otra persona que puede, o no, desarrollar un cuadro sintomatológico.

Tal y como establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), los síntomas más habituales de quienes son infectados por este virus son la fiebre, la tos seca y el cansancio. Existen otros síntomas de menor frecuencia como pueden ser la pérdida de los sentidos del gusto y el olfato, dolor de cabeza, de garganta o náuseas, entre otros. Dentro del cuadro de sintomatología grave se encuentra como síntoma principal la disnea o dificultad respiratoria la cual puede precisar la hospitalización del paciente y en los casos más severos, incluso la muerte.

El medio principal de la transmisión es el aire. Se ha probado que no solo las partículas más grandes, provenientes de la tos, los estornudos o incluso al hablar, son fuente de contagio, sino también los llamados aerosoles, partículas más pequeñas que pueden permanecer durante un buen rato suspendidas en el ambiente. Estas partículas pueden ser inhaladas por cualquier persona y ser así contagiada.

Aunque es mínimamente probable, hay también la posibilidad de contagiarse al tocar superficies contaminadas donde el virus está presente. Si se tocara dicha superficie y posteriormente se llevara las manos a los ojos, nariz o boca, esa persona podría resultar infectada.

Para tratar de evitar estas transmisiones, se establecieron una serie de medidas a nivel mundial: DI-MA-MA. Distancia social (de unos 2 metros), mascarilla (higiénica, quirúrgica o FFP2, siempre homologadas) y lavado de manos (con agua y jabón) o utilización de una solución de gel hidroalcohólico. En lugares cerrados una ventilación adecuada es fundamental para la renovación del aire y eliminar las posibles partículas que pueda haber presentes.

La detección precoz mediante una prueba de diagnóstico PCR junto con el rastreo exhaustivo de los casos y sus posibles contactos estrechos, es algo prioritario a la hora de evitar una mayor propagación del virus y las consecuencias que ello acarrea.

Hay un grupo de personas, denominadas “de riesgo”, que son más propensas a contagiarse y desarrollar un cuadro sintomatológico grave. A este grupo pertenecen personas con patologías previas como afecciones cardíacas o pulmonares, con inmunodeficiencias, que padecen cáncer o diabetes entre otras enfermedades crónicas. También pertenecen al mismo grupo las personas de avanzada edad, de hecho, diversos estudios señalan que una gran mayoría de los fallecidos eran mayores de 80 años, como se puede comprobar en la Figura 7.1.

Datos de la incidencia del coronavirus por grupos de edad

En España, datos a 27 de mayo de 2021

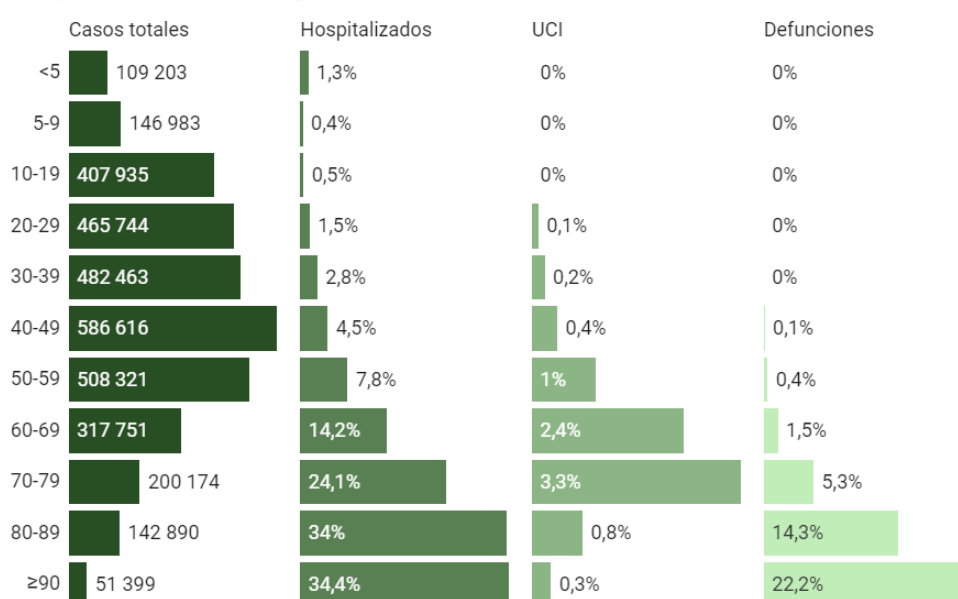


Gráfico: Clara Rodríguez • Fuente: Ministerio de Sanidad • Creado con [Datawrapper](#)

Figura 7.1. Datos de la incidencia del coronavirus en España por grupos de edad. (Fuente: Clara Rodríguez, [vozpopuli.com](#))

El coronavirus llegaría a Europa el 24 de enero, con el primer caso confirmado de coronavirus en Francia. No tardaría mucho más en llegar a España pues el 31 de enero se diagnosticó el primer infectado en terreno español, concretamente en la isla de La Gomera, importado por parte de un ciudadano alemán. A partir de ahí, el virus empezó a campar a sus anchas.

El 11 de marzo del 2020, la OMS declara oficialmente el estado de pandemia. Lo que se creía una epidemia, controlada y localizada en una ciudad de China, acabó poniendo la salud de todas las personas alrededor del mundo, sin distinción, en jaque.

Tres días después, el 14 de marzo, el Gobierno de España declararía el Estado de Alarma imponiendo un confinamiento estricto y diversas limitaciones para todos los ciudadanos del país el cual se prorrogaría hasta el 10 de mayo, fecha en la que comenzaría la primera “desescalada”.

Hasta el día de hoy, en junio de 2021, con la relajación de las estrictas medidas sanitarias y los periodos vacacionales, se han ido sucediendo diferentes repuntes de casos, también llamados “olas”. Este fenómeno puede apreciarse en las Figuras 7.2 y 7.3.

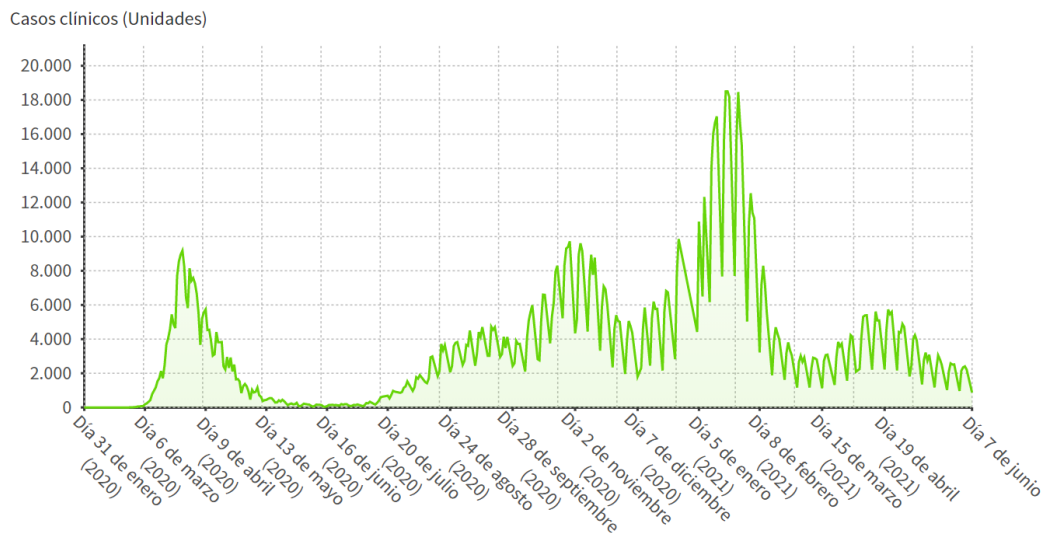


Figura 7.2. Evolución casos diarios de coronavirus en España. Datos actualizados el 7 de junio de 2021 (Fuente: epdata.es)

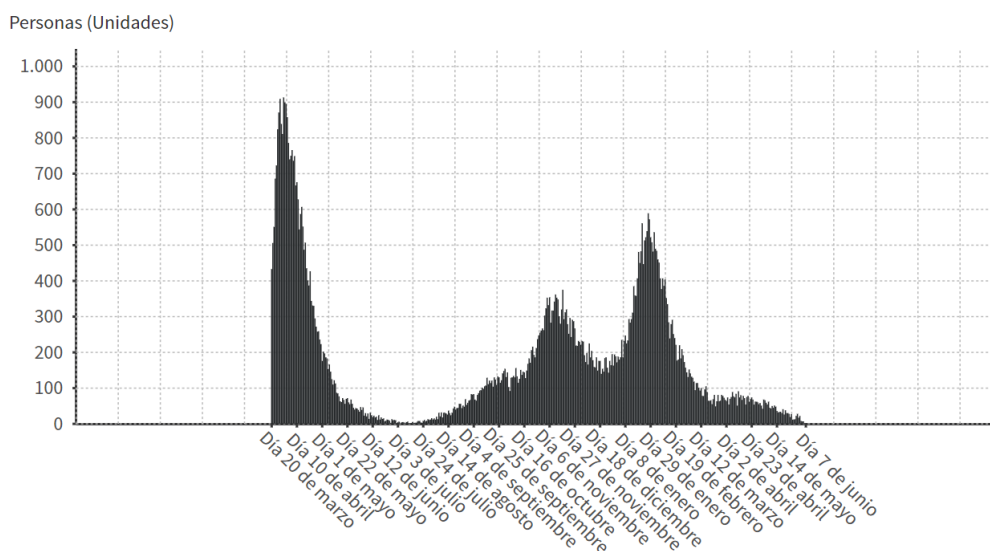


Figura 7.3. Evolución defunciones diarias por coronavirus en España. Datos actualizados el 7 de junio de 2021. (Fuente: epdata.es)

Tabla 7.1. Cifras COVID-19 a fecha 08/06/2021. (Fuente: Ministerio de Sanidad y OMS, elaboración propia)

	Total de casos	Fallecidos
España	3.707.523	80.236
Europa	54.665.868	1.158.695
Mundo	173.005.553	3.727.605

En la Tabla 7.1 se muestran las cifras que ha dejado la pandemia hasta el día 8 de junio de 2021, con más de 173 millones de casos confirmados acumulados y casi 4 millones de fallecidos a nivel mundial. Unos números escalofriantes.

Afortunadamente, con la creación de diversas vacunas por parte de la comunidad científica y la inoculación de las mismas a la población a partir de enero de 2021, los datos de contagiados, y sobre todo de fallecidos, se han visto enormemente reducidos tal y como se puede observar en las gráficas anteriores.

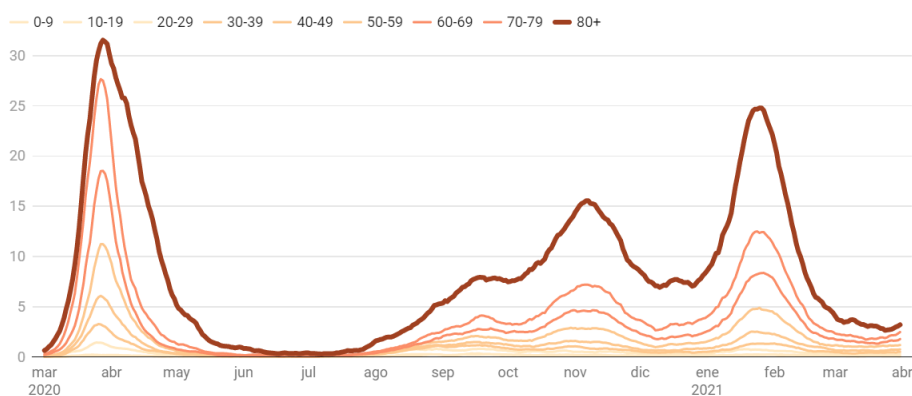
A día 8 de junio de 2021, se han administrado 30.007.806 dosis. Hay 19.786.574 personas con al menos una dosis puesta, el 41,7% de la población. Y 11.002.869 personas han recibido la pauta completa, un 23,2% [44].

7.2. Situación en los hospitales

Con el número de contagios creciendo de manera exponencial, la presión hospitalaria aumentaba de manera vertiginosa.

La llegada de personas con sintomatología COVID era un goteo incesante en los centros hospitalarios. En marzo, las imágenes de personas hacinadas en los pasillos de los hospitales de todo el país se sucedían una detrás de otra.

Se paralizó la actividad médica rutinaria para poner a todos los trabajadores al frente de la lucha contra el coronavirus y, con todo, muchos de los pacientes no pudieron llegar a ser atendidos. No había medios, ni materiales ni humanos.



En la primera ola había una gran baja detección de casos. Se testaba sobre todo a gente más grave, por lo que el perfil de más edad está sobrerrepresentado.

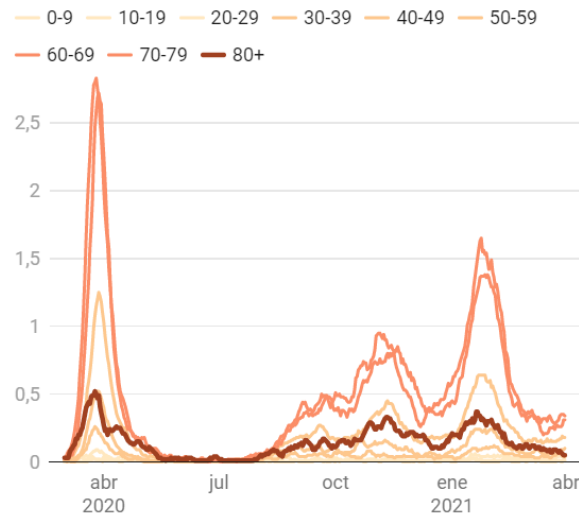
Gráfico: DatosRTVE • Fuente: ISCIII

Figura 7.4. Evolución hospitalizaciones con COVID-19, media 14 días por cada 100.000 habitantes, por franja de edad en España. (Fuente: DatosRTVE, ISCIII)

Se llegó a una situación verdaderamente dramática en la cual había que priorizar la asistencia a unos u otros pacientes en función de las probabilidades de sobrevivir, con una esperanza de vida mayor, teniendo en cuenta sus patologías previas y, sí, la edad.

Por aquel entonces la mascarilla no era obligatoria y no había EPIs (equipos de protección individual) para que los sanitarios pudieran ofrecer una asistencia que

garantizara su propia seguridad. Estaban completamente expuestos al virus, un elevado porcentaje de ellos, irremediablemente, se contagiaron y algunos llegaron incluso a fallecer.



En la primera ola había una gran baja detección de casos. Se testaba sobre todo a gente más grave, por lo que el perfil de más edad está sobrerrepresentado.

Gráfico: DatosRTVE • Fuente: ISCIII

Figura 7.5. Evolución ingresos con COVID-19, media 14 días por cada 100.000 habitantes, por franja de edad en España. (Fuente: DatosRTVE, ISCIII)

Con las camas UCI colgando el cartel de “completo” el colapso sanitario era más que evidente. Se improvisaron zonas UCI en cualquier estancia del hospital que así lo permitiera. De esta manera se transformaron desde quirófanos hasta unidades de reanimación, pasando por pabellones asistenciales, todo espacio habilitado se quedaba tristemente pequeño.

El 23 de marzo de 2020 el IFEMA, recinto de Madrid ampliamente conocido por las ferias y eventos que allí se organizan, cambió su funcionalidad radicalmente. Ese día se inauguró el hospital nuevo de campaña de IFEMA, de 35.000 m² y con capacidad para 5.500 pacientes, cuyo fin era aliviar la presión acumulada en los hospitales de la comunidad madrileña. No sería el único hospital de campaña que se instalaría en España. Soluciones ingenieriles en tiempo récord para mejorar el bienestar de los enfermos y quienes velan por su salud en una situación de pandemia.



Figura 7.6. UCI COVID del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. (Fuente: eldiariocantabria)

7.3. Consecuencias energéticas y hospitalarias

Como bien se ha visto anteriormente en el apartado “Evolución funcional y tipológica de los centros hospitalarios”, el diseño hospitalario nunca ha sido rígido, sino que se ha ido adaptando a las necesidades asistenciales, sanitarias y arquitectónicas que fueron surgiendo con el paso del tiempo y los acontecimientos.

En los últimos tiempos se ha perseguido un diseño flexible pero que, por encima de todo, priorizara la salud y la seguridad del paciente.

La construcción de hospitales de campaña, la habilitación de salas o pabellones como UCI.... Está presente esa flexibilidad de la que se hablaba, y que, con la llegada de la pandemia del coronavirus, se ha dejado ver lo acertado y favorable de esta visión.

Han sido muchas las medidas que se han tenido que tomar para acondicionar los hospitales a esta situación. Medidas arquitectónicas o de distribución y medidas en instalaciones o sistemas que tienen un impacto directo en el consumo de energía.

Todavía es pronto para hacer un análisis exhaustivo y detallado, pues no se dispone de datos suficientes y concretos que reflejen el verdadero impacto energético y económico que ha provocado la necesidad de adaptarse a los requisitos sanitarios que la pandemia ha impuesto. Sin embargo, con la información disponible, es posible hacerse una idea global de la magnitud que se ha adquirido y como, en tiempo récord, se ha tratado de hacerle frente. Es lo que se tratará en este apartado.

El coronavirus no ha supuesto únicamente una crisis sanitaria, sino que ha traído consigo una crisis económica sin precedentes. Con el establecimiento masivo de confinamientos, cierre de negocios no esenciales y toques de queda a lo largo de todos los países del mundo, la economía y el mundo entero se paralizó. El consumo de la energía se vio enormemente reducido.

En particular, se estima que el pasado 2020 en España, el consumo eléctrico se desplomó hasta alcanzar un 11% por debajo del máximo histórico registrado en el año 2008. La demanda eléctrica correspondiente al año en que brotó la pandemia fue un 5,6% más baja que en el año 2019 [45].

Posteriormente, se comentarán los resultados arrojados por un estudio [46] realizado en el hospital malagueño Hospital de la Axarquía, perteneciente al Servicio Andaluz de Salud. Es un centro de tamaño mediano que alberga 190 camas para la atención hospitalaria.

Este estudio, realizado por un grupo de 5 investigadores españoles, ha analizado los datos energéticos correspondientes al periodo temporal comprendido entre el 24 de febrero y el 30 de abril tanto del año 2019 como del 2020.

Monitores, respiradores, refrigeradores, son una infinidad la cantidad de equipos médicos funcionando a destajo. Una cantidad muy superior a lo que suele ser en una época normal, sin pandemia.

Para lidiar con este posible aumento de demanda de energía, se tomaron algunas medidas que garantizaran el abastecimiento del hospital en un momento tan crítico.

Entre estas medidas se encuentra la reducción de las cirugías programadas que no fueran urgentes o de las consultas médicas.

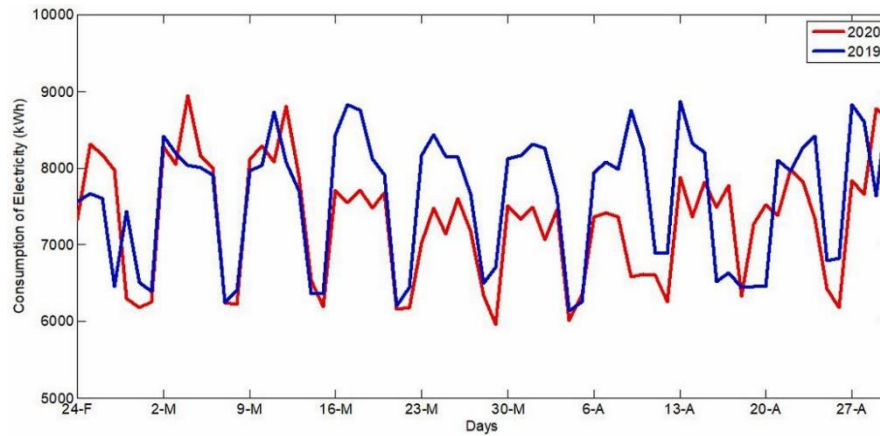


Figura 7.7. Comparativa de la demanda diaria de electricidad entre el 24 de febrero y el 30 de abril en los años 2019 y 2020. (Fuente: [46])

En la Figura 7.7 se puede observar que hasta el inicio del estado de alarma el consumo del año 2020 era mayor que el del 2019. A partir de ahí, con el comienzo del confinamiento y las semanas más crudas de la pandemia, el consumo eléctrico disminuyó notablemente. El motivo de esto es el contado anteriormente, la limitación de diversas actividades rutinarias del hospital en aras de garantizar un suministro continuo y evitar el colapso del sistema.

Se ha determinado que, durante el periodo de estudio, la demanda eléctrica en el hospital disminuyó un 19,49%.

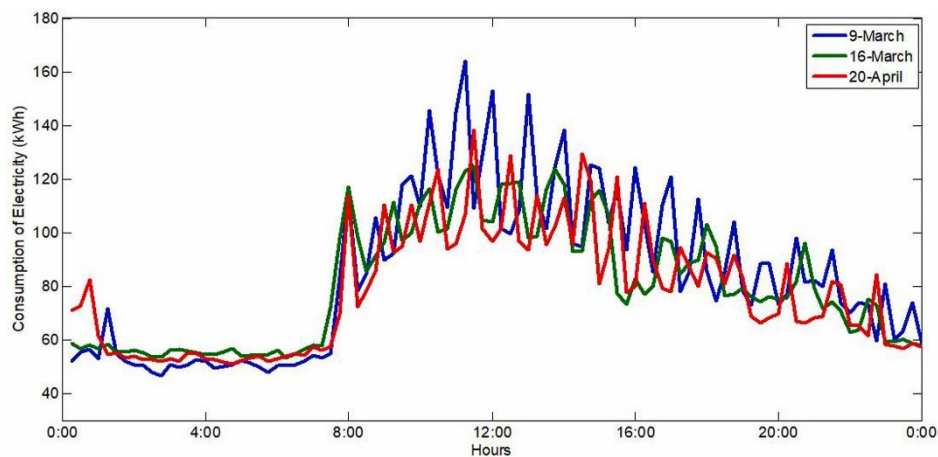


Figura 7.8. Curva de carga diaria durante 3 lunes. (Fuente: [46])

En la Figura 7.8 se compara la demanda diaria de 3 lunes diferentes: el previo al decreto de estado de alarma, el posterior y el del 20 de abril. Aquí se puede apreciar como una vez entrado el estado de alarma se produce una disminución de la demanda entre las 9:00 y las 17:00. Sin embargo, se ha advertido un aumento del mismo durante las horas nocturnas, hecho que se explica con la reestructuración de las estancias del hospital.

Aunque muchas de ellas se paralizaron, otras tantas fueron reconvertidas de forma que aumentaron sus horas de funcionamiento. Ejemplo de ello puede ser la transformación temporal del Hospital de Día de Oncología en una nueva UCI o la duplicación del número de camas para poder dedicarlas íntegramente a pacientes infectados.

Estas redistribuciones implican ajustar y conectar los equipos necesarios para el cuidado de los pacientes. Para ello hay que tener muy en cuenta la capacidad y la carga que pueden llegar a soportar dichas instalaciones.

Otras medidas que tuvieron que ser implementadas fueron la división de diversos pasillos en forma de circuitos denominados “limpios” o “sucios”. El circuito “sucio” se destinaba exclusivamente a los pacientes COVID y por los cuales, los sanitarios debían transitar vistiendo sus correspondientes EPIs.

Los sistemas de climatización también sufrieron importantes cambios debido a la necesidad de optimizar la renovación del aire. En particular, en el Hospital de Axarquía, se aumentó el caudal de impulso y extracción tanto del pabellón de Urgencias, como la UCI y sus áreas de observación. Incluso se eliminó el free-cooling (aprovechamiento de las temperaturas bajas del exterior para enfriar las estancias interiores) para evitar una posible propagación del virus. Durante este periodo y como no podría ser de otra manera, se primó la seguridad y la salud de las personas por encima de la eficiencia energética.

Debido a las restricciones de contingencia para frenar el avance de la COVID-19 la demanda de energía en España cayó un 13,49% entre los meses de marzo y abril del año 2020. Además, se estima que en ese mismo periodo las emisiones de CO₂ se redujeron un 32,61% respecto a los niveles del 2019.

8. CONCLUSIONES

Mediante el presente documento se ha tratado de aportar una visión general del lugar que ocupan los hospitales en la estructura global que conforma el consumo energético.

Con una participación de 8,1%, el sector sanitario ocupa el tercer lugar en la distribución del consumo energético español, por delante de otros sectores como la hostelería.

El carácter de funcionamiento continuo que tienen los hospitales hace que estos edificios sean uno de los mayores consumidores de energía del país, por lo que tomar medidas que favorezcan su reducción es primordial.

Tras la investigación realizada, queda comprobada la grandísima complejidad que puede suponer la rehabilitación energética de un edificio y, más concretamente, la de un hospital.

A través del estudio de casos como el del Hospital Río Hortega de Valladolid se demuestra la rentabilidad de llevar a cabo actuaciones en favor de la sostenibilidad. Sin embargo, este mismo proyecto deja ver la importancia que conlleva tener el apoyo de una buena financiación, ya que muchas de las medidas que se pueden o deben adoptar suponen un enorme desembolso.

Es mucho más fácil conseguir un edificio sostenible, siendo un edificio de nueva construcción que desde las fases de diseño se conciba como un edificio sostenible, que tenga en cuenta todos los elementos participantes en el proyecto, comenzando por los materiales que se van a emplear, hasta su distribución o el tipo de instalaciones. Sin embargo, el reto es mucho más enrevesado cuando nos enfrentamos a un edificio que ya está construido.

De igual manera, queda comprobada la magnitud que adquiere el manejo de unos datos concretos y precisos a la hora de evaluar el comportamiento energético de un edificio. Las estimaciones pueden facilitar las tareas de análisis y comprensión, pero en ningún caso pueden ser determinantes a la hora de llevar a cabo actuaciones de mejora de gran envergadura.

En línea con esto, se destaca que el análisis energético de un hospital no conviene realizarlo a nivel general, sino que se tratará de forma individual cada uno de los edificios o pabellones que lo componen. El motivo no es otro que la diferencia de características que tienen unos y otros, de esta manera se trata de obtener una mayor precisión en la gestión y una adaptabilidad óptima a las necesidades que muestre cada uno.

Existen una infinidad de alternativas que al ser implementadas pueden tener un gran impacto en la reducción del consumo energético del edificio, en su gasto económico y en las emisiones de CO₂ que vierte a la atmósfera. Las hay muy costosas, pero también las hay más económicas.

La adopción de unas u otras depende de muchos factores, entre ellos están las dimensiones del edificio en cuestión, las necesidades que presente este o el presupuesto disponible. Debe realizarse un estudio técnico-económico que garantice su viabilidad antes de decantarse por unas u otras.

Cualquier medida que se adopte, desde las más simples o convencionales hasta las más complejas o innovadoras, pueden marcar una gran diferencia no solo en el consumo de un hospital, sino también en la calidad de vida de las personas.

Para finalizar estas líneas, se antoja necesario resaltar el impacto causado por la COVID – 19, y que supone uno de los objetivos secundarios de este trabajo.

El mercado de la electricidad sufrió un histórico desplome debido a la sucesión de confinamientos y las restricciones que tuvieron que ser instauradas.

En términos energéticos, se destaca la caída de la demanda eléctrica en España un 11% por debajo del máximo histórico correspondiente al año 2008, hecho que permite atisbar la crisis que el país tendrá que afrontar durante los meses venideros.

Pese al aumento de la presión hospitalaria, se ha determinado que durante los meses de marzo y abril del 2020, la demanda eléctrica en los hospitales también disminuyó debido a las actuaciones acometidas como la paralización de las cirugías no urgentes.

En términos sanitarios, los números de infectados y fallecidos se cuentan por millones, y aunque hemos llegado a normalizar el hecho de interpretarlo como simples cifras, no debemos olvidar nunca que se trata de personas.

Por último, se destaca que, desde principios de la historia, esta tipología edificatoria ha ido sufriendo transformaciones conforme pasaban los años y los acontecimientos se iban sucediendo. Pero si algo se ha mantenido constante, eso ha sido su carácter flexible.

Gracias a esta flexibilidad ha sido posible la rehabilitación de estancias en los momentos más crudos de la pandemia, pudiendo así dar la atención necesaria a las personas que lo requerían y, en algunas ocasiones, incluso salvar vidas.

Con todo esto se concluye que los hospitales son grandes consumidores de energía y que tienen un gran margen de mejora en términos de eficiencia energética. Un rendimiento energético óptimo no solo supondría un gran ahorro económico, sino que también podría tener un impacto positivo en el bienestar de las personas.

9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se ha analizado desde un prisma descriptivo y genérico la relevancia que tiene la eficiencia energética en los hospitales. No obstante, cada edificio presenta unas características y unas condiciones propias que deben ser analizadas de forma individual y exhaustiva.

En un futuro, con la disponibilidad de los medios precisos y los datos concretos al alcance de la mano, podría realizarse la completa certificación energética de un pabellón hospitalario al completo. Desde el análisis correspondiente a su rendimiento energético, hasta el estudio de medidas que se puedan implementar para su mejora, contemplando todas las alternativas posibles. De manera que el edificio objeto de estudio pudiera llevarlas a cabo si así lo deseara.

Además, también podría ser adecuado realizar un estudio que aborde la gestión de la funcionalidad y el consumo de los hospitales de cara a una situación excepcional como la vivida debido a la pandemia provocada por el coronavirus.

De este modo, podría ser interesante analizar los patrones de demanda y consumo durante los meses en los que la presión hospitalaria era crítica, conocer las instalaciones que sufrieron un sobreconsumo y las que se apagaron o quedaron en stand-by, las reestructuraciones llevadas a cabo y los resultados que todas estas variables han ido arrojando.

Queda más que demostrada la importancia que tiene gestionar el sector sanitario desde el punto de vista energético, teniendo en cuenta el amplio margen de mejora que tiene este. Los beneficios no solo se obtendrían a nivel energético, sino también sanitario.

Estableciendo unas líneas metodológicas claras, quizá podría obtenerse una mejor y más rápida respuesta ante nuevas situaciones similares a la vivida, muy complicada de manejar y que puede poner en jaque la salud y la economía.

10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] MARCOS FANO, J.M. Historia y panorama actual del sistema eléctrico español. En: *Física y Sociedad*. Disponible en: https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_10-17.pdf
- [2] CSN. Consejo de Seguridad Nuclear. Centrales nucleares Disponible en: https://web.archive.org/web/20070614132045/http://www.csn.es/plantillas/frame_nivel1.jsp?id_nodo=283&&keyword=&auditoria=F
- [3] Historia de la electricidad en España. En: *Energía y sociedad*. Disponible en: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-2-historia-de-la-electricidad-en-espana/#:~:text=La%20primera%20referencia%20de%20la,iluminar%20su%20botica%20en%20Barcelona.&text=En%201875%20se%20instala%20una,de%20los%20altos%20de%20Gracia>
- [4] Eurostat. Energy import dependency by products. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_50/default/table?lang=en
- [5] Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx>
- [6] Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Documento de alcance. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021 – 2030 (PNIEC). Disponible en: https://energia.gob.es/es/Participacion/Documents/PNIEC/2019p004documentodealcance_tcm30-498916.pdf
- [7] *El Gobierno envía a la Comisión Europea el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España, 2020. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-env%C3%ADa-a-la-comisi%C3%B3n-europea-el-plan-nacional-integrado-de-energ%C3%ADa-y-clima-\(pniec\)-2021-2030/tcm:30-508439](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-env%C3%ADa-a-la-comisi%C3%B3n-europea-el-plan-nacional-integrado-de-energ%C3%ADa-y-clima-(pniec)-2021-2030/tcm:30-508439)
- [8] *El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050*. Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España, 2020. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-la-estrategia-de-descarbonizaci%C3%B3n-a-largo-plazo-que-marca-la-senda-para-alcanzar-la-neutralidad-clim%C3%A1tica-a-2050/tcm:30-516141>
- [9] *Aprobada la estrategia del Gobierno para descarbonizar el país en 2050*, La Vanguardia, 2020. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/vida/20201103/49199684935/aprobada-la-estrategia-del-gobierno-para-descarbonizar-el-pais-en-2050.html>
- [10] *El Gobierno remite al Congreso el primer proyecto de ley de cambio climático*, esmartcity. Disponible en: <https://www.esmartcity.es/2020/05/21/gobierno-remite-congreso-primer-proyecto-ley-cambio-climatico>

- [11] MARECA, A. ROBAINA, E. 2021. *Algunas claves de la (esperada y criticada) Ley de Cambio Climático*. En: Climática. Disponible en: <https://www.climatica.lamarea.com/claves-ley-de-cambio-climatico/#:~:text=En%20este%20sentido%2C%20la%20futura,se%20ha%20marcado%20un%2055%25>
- [12] Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Noviembre de 2020. Folleto Convenios de Transición Justa. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/images/es/folletoconveniostransicionjustanov2020003_tcm30-517232.pdf
- [13] Transición justa, Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/transicion-justa/default.aspx>
- [14] Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019 – 2024. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategianacionalcontralapobrezaenergetica2019-2024_tcm30-496282.pdf
- [15] Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Actualización de indicadores de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética. Noviembre 2020. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-pobreza-energetica/20201106_actualizaciondeindicadores2020_final_tcm30-516466.pdf
- [16] elEconomista. 2021. *Caída histórica del PIB por el covid: la economía española se hunde un 11% en 2020 pero alargó la recuperación a final de año*. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/11019886/01/21/El-PIB-registra-una-caida-historica-del-11-en-2020-por-el-covid-pese-crecer-un-04-en-el-cuarto-trimestre.html>
- [17] Gobierno de España. *Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia* [en línea]. 2021. Disponible en: https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/plan_de_recuperacion.pdf
- [18] 20minutos. 2021. *Así es el Plan de Recuperación aprobado por el Gobierno*. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/4674954/0/a-fondo-el-plan-de-recuperacion-que-hoy-aprueba-el-gobierno-asi-se-distribuiran-los-fondos-europeos/>
- [19] LORENTE, A. MARTÍN-GÓMEZ, C. Evolución funcional y tipológica de los hospitales desde la medicina racional griega hasta la ruptura tecnológica del siglo XX. El hospital como reflejo de las influencias médicas, sociales y tecnológicas de su tiempo. En: Actas I Congreso Iberoamericano redfundamentos. 2017. ISSN: 2531-1840 e-ISSN 2603-6592
- [20] SANTOS GUERRAS, J.J. 2003. Verticalidad versus horizontalidad. Historia de la construcción de hospitales en el siglo XX. Informes de la Construcción, Vol. 55, nº485, 13 pp. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/559/634>

- [21] MATESANZ PARELLADA, A. Eficiencia energética. En: *Ciudades para un futuro más sostenible*. 2008. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-eficiencia-energetica.html#2>
- [22] AleaSoft. 2021. *Eficiencia energética: Lo que ha cambiado desde el récord de demanda de electricidad en 2007*. Disponible en: <https://aleasoft.com/es/eficiencia-energetica-record-demanda-electricidad-2007/>
- [23] *El MITECO incrementa su presupuesto un 132% para impulsar la transición ecológica*. Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-miteco-incrementa-su-presupuesto-un-132-para-impulsar-la-transici%C3%B3n-ecol%C3%B3gica-avanzar-hacia-la-neutralidad-clim%C3%A1tica-en-2050-y-abordar-el-ret/tcm:30-516034>
- [24] FONDO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, IDAE, 2020. Disponible en: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/fondo-nacional-de-eficiencia-energetica>
- [25] BREEAM ESPAÑA, BREEAM, 2020. Disponible en: <https://breeam.es/breeam-espana/>
- [26] *EL HOSPITAL UNIVERSITARIO INFANTA SOFÍA DE MADRID, RECONOCIDO COMO EL EDIFICIO PÚBLICO MÁS SOSTENIBLE*, BREEAM, 2020. Disponible en: <https://breeam.es/hospital-universitario-infanta-sofia-reconocido-edificio-publico-sostenible-breeam-awards-2020/>
- [27] *EL NUEVO HOSPITAL DE VIGO, CERTIFICADO BREEAM® EN FASE DE DISEÑO*, BREEAM, 2015. Disponible en: <https://breeam.es/el-nuevo-hospital-de-vigo-recibe-el-certificado-de-sostenibilidad-breeam-en-fase-de-diseno/>
- [28] VEOLIA. 2018. Hospital Álvaro Cunqueiro. Disponible en: <https://solar.veolia.es/2018/07/25/hospital-alvaro-cunqueiro/>
- [29] *SENDA BIOSAUDABLE DO HOSPITAL ÁLVARO CUNQUEIRO*, Servizo Galego de Saúde. Disponible en: https://xxivigo.sergas.gal/Paxinas/web.aspx?tipo=paxtxt&idLista=3&idContido=26&mi_gtab=12%3b22%3b26
- [30] Eficiencia del Edificio. *Fraternidad Muprespa Hospital F-M Habana*, 2021. Disponible en: <https://www.fraternidad.com/es-ES/eficiencia-del-edificio>
- [31] *Certificación energética de hospitales: la herramienta VERDE*, Hospitecnia, 2015. Disponible en: <https://hospitecnia.com/arquitectura/certificacion-energetica-de-hospitales-la-herramienta-verde/>
- [32] Catálogo AquaForce 30XA, Carrier, 2021. Disponible en: <https://www.carrier.com/marine-offshore/en/worldwide/products/chillers/30xa/>
- [33] Tabla de especificaciones técnicas EWAD-TZXR, Daikin, 2021. Disponible en: https://www.daikin.es/es_es/products/EWAD-TZXR.table.html

- [34] INSTITUTO MAX WEBER. LOS HOSPITALES AHORRARÍAN CASI 180 MILLONES ANUALES SI CONTROLARAN SU CONSUMO ENERGÉTICO EN TIEMPO REAL. En: *Instituto max weber. Economía de la salud*. 2010. Disponible en: <http://institutomaxweber.org/los-hospitales-ahorrarian-casi-180-millones-anuales-si-controlaran-su-consumo-energetico-en-tiempo-real/>
- [35] LOHR, W. GAUER, K. SERRANO, N. ZAMORANO, A. *Eficiencia energética en hospitales públicos*. Santiago de Chile, 2009. Disponible en: https://energypedia.info/images/f/fd/Eficiencia_energetica_en_hospitales_publicos_GTZ.pdf
- [36] Schneider Electric. Implementación de un sistema de gestión energética en el Hospital Quirón. En: Hospitecnia. 2019. Disponible en: <https://hospitecnia.com/tecnologia/iot-internet-de-las-cosas/implementacion-sistema-gestion-energetica-hospital-quiron/>
- [37] VALLS DOMENECH, J.M. 2016. SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA CASOS DE ÉXITO HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA RIBERA. Alzira, Valencia: Hospital Universitario de la Ribera. Disponible en: <https://docplayer.es/19114437-Sistemas-de-gestion-energetica-casos-de-exito-hospital-universitario-de-la-ribera.html>
- [38] Energías Renovables, El periodismo de las energías limpias. 2021. La instalación fotovoltaica del hospital de Mollet abastecerá un 12,5% de su demanda y se amortizará en 7 años. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/autoconsumo/la-instalacion-fotovoltaica-del-hospital-de-mollet-20210603>
- [39] PEDRAJAS BOCETA, J. 2017. *Auditoría energética de un hospital*. MORELL FERNÁNDEZ, A (dir.) Trabajo Fin de Máster, Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/26081>
- [40] MATHEUS DE FREITAS, V. ZARZUELO, A.M. 2020. Ahorro de energía en el ajuste del caudal de aire de ventilación de los quirófanos en periodos inactivos. En: Hospitecnia. Disponible en: <https://aeih.org/wp-content/uploads/2020/11/5-Julio-F.-San-2020-20-23.pdf>
- [41] RUBIO GUERRA, D. Ciclo de trigeneración para uso hospitalario. 2019. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36831/TFM-I-1133.pdf?sequence=1>
- [42] SANCHEZ, M.A. 2018. LIFE SMART Hospital: Un paso hacia el objetivo de cero emisiones en el sector salud. En: Hospitecnia. Disponible en: <https://hospitecnia.com/articulos-destacados/life-smart-hospital-objetivo-cero-emisiones-en-sector-salud/>
- [43] ZARZUELO SÁNCHEZ, A.M. 2021. Conexión de un hospital a una red de calor de biomasa. En: Hospitecnia. Disponible en: <https://hospitecnia.com/instalaciones/climatizacion/conexion-hospital-red-calor-biomasa/>

[44] MINISTERIO DE SANIDAD DEL GOBIERNO DE ESPAÑA. *Gestión integral de la vacunación COVID-19*. [en línea]. Informe de actividad, 2021. Actualizado: 7 de junio, 2021. Disponible en:

https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Informe_GIV_comunicacion_20210607.pdf

[45] El Periódico de la Energía. 2021. *La Covid provocó la caída de un 11 % en el consumo de la luz en 2020*. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/la-covid-provoco-la-caida-de-un-11-en-el-consumo-de-la-luz-en-2020/>

[46] I. Santiago, A. Moreno-Munoz, P. Quintero-Jiménez, F. Garcia-Torres, M.J. Gonzalez-Redondo, Electricity demand during pandemic times: The case of the COVID-19 in Spain, Energy Policy, Volume 148, Part A, 2021, 111964, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111964>. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520306753>

Celemín, María del Rosario [et al.]. 2016. Visión de la eficiencia energética en el sector hospitalario. Plataforma tecnológica española de eficiencia energética. Disponible en: [http://news.ptee.org/media/images/ckfinder/files/Eficiencia%20Energetica%20Sector%20Hospitalario_v4\(1\).pdf](http://news.ptee.org/media/images/ckfinder/files/Eficiencia%20Energetica%20Sector%20Hospitalario_v4(1).pdf)

Gobierno de Navarra. 2020. Informe anual de energía 2019. Sistema de Información y Gestión Energética (SIE). Disponible en: https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/58064B90-D979-4F3A-9E2B-1ABE4201E0CD/465585/Informeenergia2019_GobiernodeNavarra_V2.pdf

Servicio Navarro de Salud. 2013. Plan ahorro y eficiencia energética en los centros sanitarios del Servicio Navarro de Salud. Propuesta horizonte 2022. Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/CB749F4B-D139-415C-A99D-15311C48D607/245161/PlanAhorroyEficienciaSNS.pdf&sa=U&ei=lpeAVOe7I4nWapXzpgpF&ved=OCC8QFjAF&usg=AFQjCNERYRT2k5EQYV8paAj8uQbUx>

Servicio Navarro de Salud. 2018. Plan ahorro y eficiencia energética en los centros sanitarios del Servicio Navarro de Salud. Propuesta horizonte 2022. Disponible en: http://www.navarra.es/home_es/Temas/Portal+de+la+Salud/Ciudadania/Nuevo+Modelo+asistencial/Plan+de+Ahorro+y+Eficiencia+Energetica+SNS-O.htm

11.ANEXOS

11.1. ANEXO I: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ORIGINAL DEL PABELLÓN A PERTENECIENTE AL HOSPITAL DE NAVARRA

Obtenido en el Registro público de certificados de eficiencia energética de edificios de Navarra. Disponible en:

<https://administracionelectronica.navarra.es/webCertificacionesEnergeticas/BuscarCertificado.aspx>

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del Edificio	Pabellón A		
Dirección	C/Irunlarrea 3		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31008
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	1900 - 1940
Plantas sobre rasante	2	Plantas bajo rasante	1
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	310000000002237427RL		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio existente
Vivienda Unifamiliar Bloque Bloque Completo Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	María Eguaras Martínez	NIF/NIE	72806804M
Razón Social	AIN	NIF	G31024706
Domicilio	C/Pamplona		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31191
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
e-mail	meguaras@ain.es	Teléfono	948421205
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:		HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017 + [VisorXML1.0]	

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² ·año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO _{2e} /m ² ·año]
<div> <div>< 114.47 A</div> <div>114.47 - 186.01 B</div> <div>186.01 - 286.07 C</div> <div>286.17 - 372.00 D</div> <div>372.02 - 457.87 E</div> <div>457.87 - 572.34 F</div> <div>≥ 572.34 G</div> </div> <div>20,02 C</div>	<div> <div>< 33.33 A</div> <div>33.33 - 54.16 B</div> <div>54.16 - 83.32 C</div> <div>83.32 - 108.32 D</div> <div>108.32 - 133.32 E</div> <div>133.32 - 166.64 F</div> <div>≥ 166.64 G</div> </div> <div>38,72 B</div>

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 20/09/2018

Firma del técnico certificador: María Eguaras Martínez - 72806804M

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.


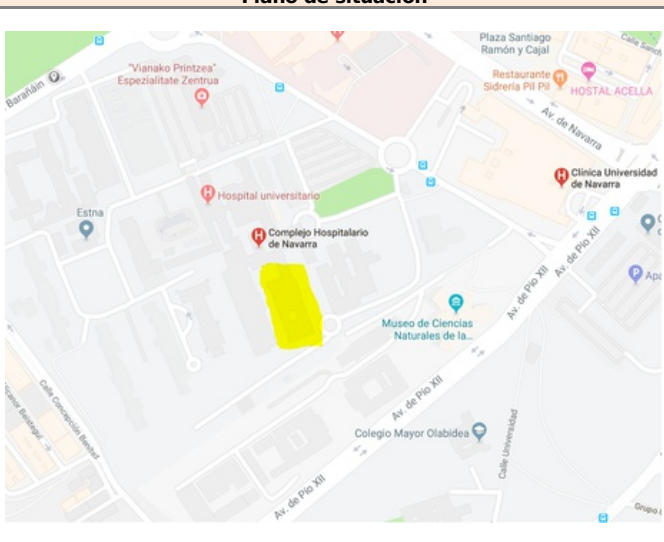
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]		7031,40
Imagen del Edificio		Plano de situación
		

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cerramiento contacto terreno	Suelo	135,68	3,32	PorDefecto
Cerramiento contacto terreno	Suelo	41,10	3,32	PorDefecto
Cerramiento contacto terreno	Suelo	135,68	3,32	PorDefecto
Cerramiento contacto terreno	Suelo	41,10	3,32	PorDefecto
Cubierta inclinada	Cubierta	2334,54	0,89	PorDefecto
Cubierta plana	Cubierta	850,09	0,40	PorDefecto
Cubierta plana transitable	Cubierta	143,92	0,51	PorDefecto
Cubierta inclinada chapa	Cubierta	182,98	0,52	PorDefecto
Fachada exterior	Fachada	834,59	0,50	PorDefecto
Fachada exterior	Fachada	155,40	0,50	PorDefecto
Fachada exterior	Fachada	832,95	0,50	PorDefecto
Fachada exterior	Fachada	313,50	0,50	PorDefecto
Tabique cuarto seco-humedo	Fachada	54,62	1,84	PorDefecto
Tabique cuarto seco-humedo	Fachada	32,51	1,84	PorDefecto
Tabique cuarto seco-humedo	Fachada	54,62	1,84	PorDefecto
Tabique cuarto seco-humedo	Fachada	32,51	1,84	PorDefecto
Tabique cuarto seco	Fachada	373,30	1,94	PorDefecto
Tabique cuarto seco	Fachada	88,46	1,94	PorDefecto
Tabique cuarto seco	Fachada	226,95	1,94	PorDefecto
Tabique cuarto seco	Fachada	158,87	1,94	PorDefecto
Forjado	Suelo	695,87	2,62	PorDefecto
Forjado	Fachada	2926,65	2,62	PorDefecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Puerta principal	Hueco	16,00	3,09	0,69	Usuario	Usuario
Puerta secundaria	Hueco	2,80	3,09	0,69	Usuario	Usuario
Ventana metal	Hueco	153,44	3,09	0,69	Usuario	Usuario
Ventana metal	Hueco	123,12	3,09	0,69	Usuario	Usuario
Ventana metal	Hueco	12,96	3,09	0,69	Usuario	Usuario
Ventana madera	Hueco	29,16	5,33	0,77	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Caldera vitoplex 300_1	Baja temperatura	141,40	102,00	GasNatural	Usuario
Caldera vitoplex 300_2	Baja temperatura	126,20	102,00	GasNatural	Usuario
Caldera compact gas_1	Convencional	141,40	102,00	GasNatural	Usuario
Caldera compact gas_2	Convencional	141,40	102,00	GasNatural	Usuario
TOTALES		550,40			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Planta enfriadora 1	Compresor eléctrico	147,00	102,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Planta enfriadora 2	Compresor eléctrico	147,00	102,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

TOTALES		294,00		
----------------	--	---------------	--	--

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	4675,31
--	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Caldera ACS (ficticia)	Combustible	80,00	54,00	GasNatural	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Climatizador THF				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Tratamientos HD hematología				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
50,00	40,00	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Tecnivel CHA-13SE/1				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Zona de tránsito				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
50,00	40,00	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Climatizadores TKM 50HE EV				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Quirófanos 1-2-3-4				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
139,38	179,52	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Calefacción				
Tipo	Sólo calefacción por agua				
Zona asociada	Salas calefactadas Planta segunda Planta primera Sótano Vestuarios Almacén Planta baja				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
0,00	0,00	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Daikin MA90				
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.				
Zona asociada	Aféresis-polivalente-transplante				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
0,00	9,00	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Tecnivel CHA-13SE/2				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Ampliación URPA				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
50,00	40,00	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Daikin 2MXS50H3V1B2/1				
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.				
Zona asociada	Cons. Hospital de día 1 y 2				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
0,00	5,10	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Daikin 2MXS50H3V1B2/2				
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.				
Zona asociada	Cons. hematología y hosp. día 3				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
0,00	5,10	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		
-	No	No	-		

Nombre	Daikin RXB25C5V18/1				
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.				
Zona asociada	Admisión hosp. día hematología				
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]		
0,00	2,30	102,00	102,00		
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control		

-	No	No	-
Nombre	Daikin RXB25C5V18/2		
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.		
Zona asociada	Cons. enfermería sintron		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	2,30	102,00	102,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	No	-

Nombre	Johnson EM40 SERC		
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.		
Zona asociada	Antigua sala reuniones UCI		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	4,00	102,00	102,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	No	-

Nombre	Panasonic CU-RE9GKE		
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.		
Zona asociada	Antigua sala relax UCI		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	2,50	102,00	102,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	No	-

Nombre	Daikin FTKS35D3VMW		
Tipo	Aut. caudal var. temperatura var.		
Zona asociada	UPS antigua UCI		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	3,40	102,00	102,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	No	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
-			-
TOTALES			0,00

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Bomba AF PB	Bomba	Calefaccion,Refrigeracion	29060,30
Bomba AF P1	Bomba	Calefaccion,Refrigeracion	18193,80
Bomba AC	Bomba	Calefaccion,Refrigeracion	1911,15
TOTALES			49165,25

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
P01_E01	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E01	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E02	12,50	2,50	500,00	Usuario
P02_E03	12,50	2,50	500,00	Usuario
P02_E04	25,00	2,50	1000,00	Usuario
P02_E05	12,50	2,50	500,00	Usuario
P02_E06	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E07	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E08	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E09	2,50	2,50	100,00	Usuario
P02_E10	2,50	2,50	100,00	Usuario
P03_E01	2,50	2,50	100,00	Usuario
P03_E02	12,50	2,50	500,00	Usuario
P03_E03	12,50	2,50	500,00	Usuario
P03_E04	12,50	2,50	500,00	Usuario
P03_E05	2,50	2,50	100,00	Usuario
P04_E01	12,50	2,50	500,00	Usuario
P04_E02	2,50	2,50	100,00	Usuario
P05_E01	2,50	2,50	100,00	Usuario
P05_E02	2,50	2,50	100,00	Usuario
TOTALES	142,50			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
P01_E01	619,60	perfildeusuario
P02_E01	79,64	perfildeusuario
P02_E02	182,98	perfildeusuario
P02_E03	1021,68	perfildeusuario
P02_E04	676,00	perfildeusuario
P02_E05	804,66	perfildeusuario
P02_E06	4,92	perfildeusuario
P02_E07	11,10	perfildeusuario

P02_E08	24,50	perfildeusuario
P02_E09	40,11	perfildeusuario
P02_E10	40,87	perfildeusuario
P03_E01	143,94	perfildeusuario
P03_E02	894,49	perfildeusuario
P03_E03	176,88	perfildeusuario
P03_E04	197,16	perfildeusuario
P03_E05	40,87	perfildeusuario
P04_E01	894,50	perfildeusuario
P04_E02	40,87	perfildeusuario
P05_E01	813,92	perfildeusuario
P05_E02	322,69	perfildeusuario

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final cubierto, en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Panel fotovoltaico	0,00
TOTAL	0,00

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona Climática	D1	Uso	EdificioUsoTerciario
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="background-color: #2e8b57; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">< 33.33 A</div> <div style="background-color: #3cb371; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">33.33 - 54.1 B</div> <div style="background-color: #66cdaa; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">54.16 - 83.32 C</div> <div style="background-color: #98fb98; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">83.32 - 108.32 D</div> <div style="background-color: #ffcc00; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">108.32 - 133.32 E</div> <div style="background-color: #ff4500; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">133.32 - 166.64 F</div> <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px 5px;">≥ 166.64 G</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold;">38,72 B</div> </div> </div> <p><i>Emisiones globales [kgCO_{2e}/m²·año]¹</i></p>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO _{2e} /m ² ·año]		Emisiones ACS [kgCO _{2e} /m ² ·año]	
		7,19		6,44	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración [kgCO _{2e} /m ² ·año]		Emisiones iluminación [kgCO _{2e} /m ² ·año]	
		7,44		17,64	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO _{2e} /m ² ·año	kgCO _{2e} /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	42,08	295846
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	11,47	80615

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="background-color: #2e8b57; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">< 114.47 A</div> <div style="background-color: #3cb371; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">114.47 - 186.01 B</div> <div style="background-color: #66cdaa; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">186.01 - 286.17 C</div> <div style="background-color: #98fb98; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">286.17 - 372.02 D</div> <div style="background-color: #ffcc00; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">372.02 - 457.87 E</div> <div style="background-color: #ff4500; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">457.87 - 572.34 F</div> <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px 5px;">≥ 572.34 G</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold;">20,02 C</div> </div> </div> <p><i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</i></p>		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]		Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	
		41,97		30,43	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	
		43,47		104,16	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="background-color: #2e8b57; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">< 2.98 A</div> <div style="background-color: #3cb371; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">2.98 - 4.84 B</div> <div style="background-color: #66cdaa; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">4.84 - 7.45 C</div> <div style="background-color: #98fb98; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">7.45 - 9.68 D</div> <div style="background-color: #ffcc00; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">9.68 - 11.92 E</div> <div style="background-color: #ff4500; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">11.92 - 14.90 F</div> <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px 5px;">≥ 14.90 G</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold;">22,54 G</div> </div> </div> <p><i>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</i></p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="background-color: #2e8b57; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">< 16.93 A</div> <div style="background-color: #3cb371; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">16.93 - 27.5 B</div> <div style="background-color: #66cdaa; color: white; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">27.51 - 42.32 C</div> <div style="background-color: #98fb98; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">42.32 - 55.01 D</div> <div style="background-color: #ffcc00; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">55.01 - 67.71 E</div> <div style="background-color: #ff4500; color: black; padding: 2px 5px; margin-bottom: 2px;">67.71 - 84.63 F</div> <div style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px 5px;">≥ 84.63 G</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 10px; border-radius: 10px; font-weight: bold;">23,34 B</div> </div> </div> <p><i>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</i></p>

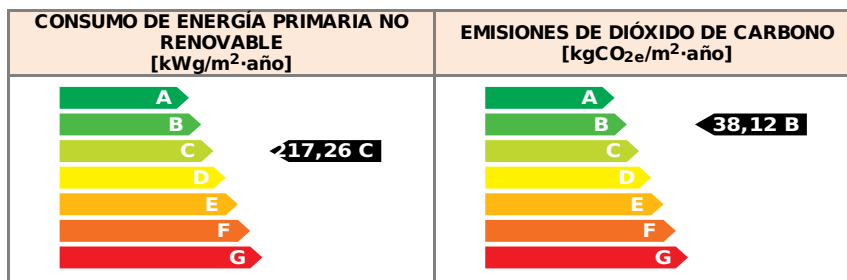
¹ - El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

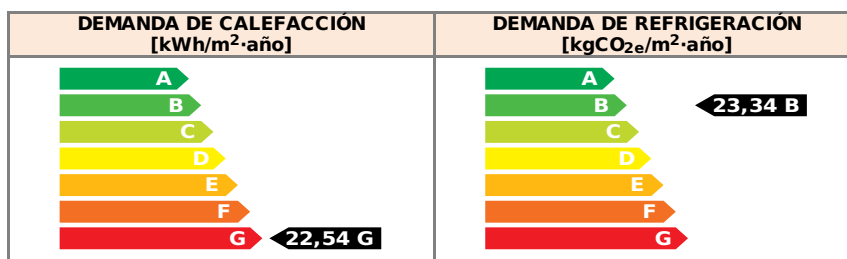
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	SUSTITUCIÓN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CALOR
---------------	--

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	14,78	-14,78 (-%)	14,99	-14,99 (-%)	25,57	-25,57 (-%)	0,010,01	-0,01 (-%)	174,31	-1,69 (-0,98%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWg/m ² ·año]	40,61 D	1,36 (+3,24%)	42,06 A	1,41 (+3,24%)	30,43 D	0,00 (+0,00%)	104,16 G	0,00 (+0,00%)	217,26 C	2,76 (+1,25%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ e/m ² ·año]	6,89 C	0,30 (+4,17%)	7,14 A	0,30 (+4,03%)	6,44 E	0,00 (+0,00%)	17,64 D	0,00 (+0,00%)	38,12 B	0,60 (+1,55%)
Demanda [kWh/m ² ·año]	22,54 G	0,00 (+0,00%)	23,34 B	0,00 (+0,00%)						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CALOR POR ALTERNATIVA DE CALDERAS DE CONDENSACIÓN.

Coste estimado de la medida

EL COSTE ESTIMADO DE ESTA MEDIDA SUPONE EL 30% DEL COSTE DE LAS CALDERAS

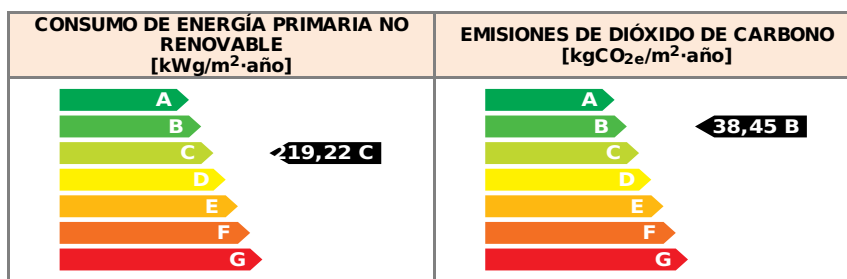
Otros datos de interés

OTROS DATOS

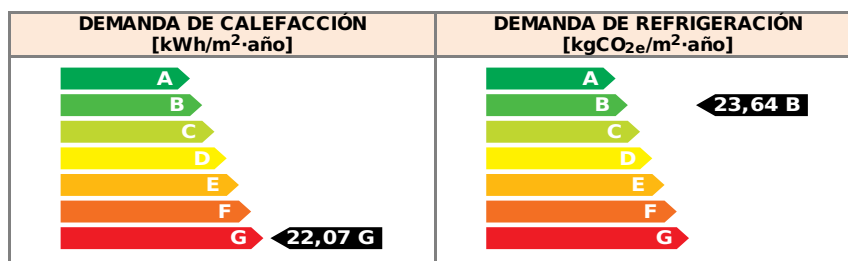
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	SUSTITUCIÓN CARPINTERÍA EXTERIOR
---------------	----------------------------------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m²·año]	13,93	-13,93 (-%)	13,47	-13,47 (-%)	25,57	-25,57 (-%)	0,010,01	-0,01 (-%)	172,43	0,19 (+0,11%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m²·año]	40,86 D	1,11 (+2,64%)	43,77 A	-0,30 (-0,69%)	30,43 D	0,00 (+0,00%)	104,16 G	0,00 (+0,00%)	219,22 C	0,80 (+0,36%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO _{2e} /m²·año]	6,93 C	0,26 (+3,62%)	7,43 A	0,01 (+0,13%)	6,44 E	0,00 (+0,00%)	17,64 D	0,00 (+0,00%)	38,45 B	0,27 (+0,70%)
Demanda [kWh/m²·año]	22,07 G	0,47 (+2,09%)	23,64 B	-0,30 (-1,29%)						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
SUSTITUCIÓN DE CARPINTERÍAS EXISTENTES (MARCOS Y VIDRIOS) POR OTROS DE MEJORES PRESTACIONES TÉRMICAS.
Coste estimado de la medida
EL COSTE ESTIMADO DE ESTA MEDIDA SUPONE ALREDEDOR DE 360€/m2
Otros datos de interés
OTROS DATOS

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	19/07/18
<p>La visita al e se realiza el 19 de Julio 2018.</p> <p>Las tareas realizadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none">- Toma de datos y mediciones de carpinterías y vidrios, y elementos que arrojan sombra.- Toma de datos de la envolvente del edificio y particiones interiores (LNC).- Toma de datos de instalaciones del edificio.- Toma de fotografías. <p>Para la realización de la Certificación se han tenido en cuenta los datos facilitados por la Oficina Técnica del CHN, entre ellos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Planos del edificio incluyendo secciones generales y constructivas.- Esquema de principio.- Información relativa a equipos primarios de generación.- Modelos de los equipos terminales utilizados para la climatización del edificio. <p>En el CHN existe una central térmica de generación para abastecimiento de calefacción y ACS a la mayoría de edificios del mismo. De acuerdo al esquema de principio y a falta de datos concretos de potencia que se suministra a cada edificio se ha estimado ésta tomando como referencia los diámetros de las tuberías que abastecen a cada uno de los edificios. Así mismo, el CHN cuenta con una instalación de cogeneración. De manera análoga se ha estimado la potencia de este sistema que abastece al Pabellón A.</p> <p>Se ha procedido a la realización de 2 CEE, teniendo en cuenta la potencia de cogeneración (situación real) y sin tenerla en cuenta para valorar la mejora que supone esta instalación. Los ahorros que se producen son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Consumo global de energía primaria no renovable: 64,52 kWh/m² año.- Emisiones de dióxido de carbono: 13,70 kgCO₂/m² año. <p>Para la producción de frío el CHN cuenta con una Central de frío centralizada (situada en el Pabellón D) que abastece las necesidades de frío de varios edificios. A falta de datos concretos se ha estimado la potencia que esta Central suministra al Pabellón A calculando las necesidades de frío del edificio.</p> <p>Para la generación de ACS, se ha calculado la demanda del edificio de acuerdo al CTE-DB-HE-4 (a falta de datos exactos) y se ha simulado una caldera ficticia que abastece esta demanda ya que el procedimiento no permite que el mismo sistema de generación abastezca las dos demandas.</p> <p>Además, se ha definido el sistema de iluminación de acuerdo a los datos tomados en la visita realizada al edificio, teniendo en cuenta las zonas en las que se ha modificado el alumbrado por tecnología LED y aquellas en las que se siguen utilizando alumbrado fluorescente.</p>	



**11.2. ANEXO II: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA SIMULADA DEL PABELLÓN A
PERTENECIENTE AL HOSPITAL DE NAVARRA. REALIZADO CON EL SOFTWARE
CE3X**

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	PABELLÓN A		
Dirección	NAVARRA		
Municipio	Pamplona	Código Postal	31008
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Comunidad Foral de Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	1906
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	310000000002237427RL		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Unifamiliar<input type="radio"/> Bloque<ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Bloque completo<input type="radio"/> Vivienda individual	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"><input checked="" type="radio"/> Edificio completo<input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	CARLA	NIF(NIE)	12345678A
Razón social	CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	NIF	12345689R
Domicilio	C/ PLAZA MAYOR		
Municipio	PAMPLONA	Código Postal	31008
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Comunidad Foral de Navarra
e-mail:	123ABC@HOTMAIL.COM	Teléfono	123456789
Titulación habilitante según normativa vigente	NO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 311.7 C	 58.3 C

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 11/06/2021

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

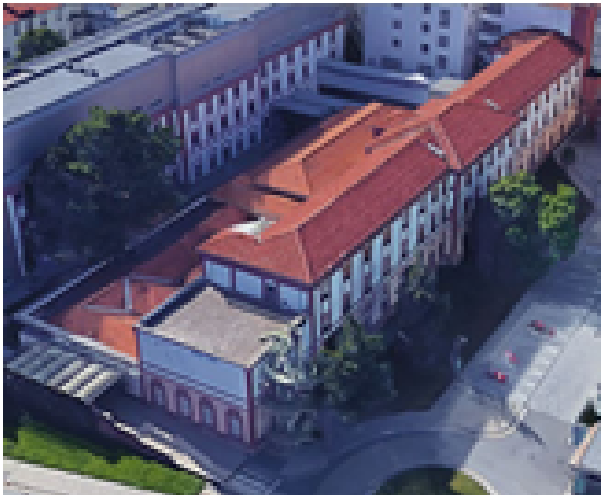
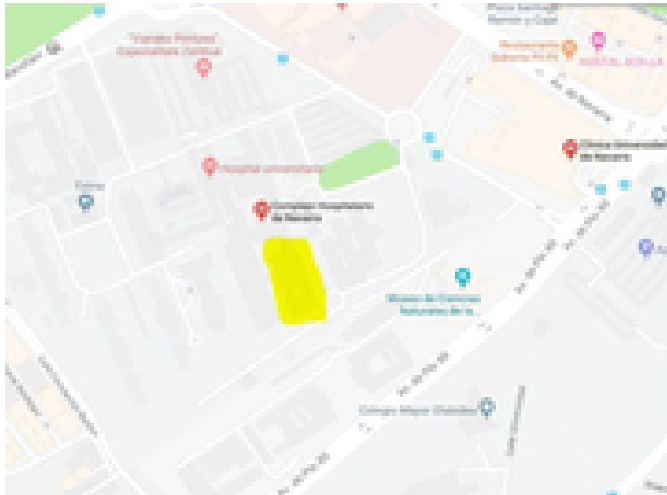
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	7031.4
----------------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Cerramiento contacto terreno	Suelo	353.56	1.00	Por defecto
Cubierta inclinada	Cubierta	2334.54	0.90	Estimadas
Cubierta plana	Cubierta	850.09	0.40	Estimadas
Cubierta plana transitable	Cubierta	143.92	0.51	Estimadas
Fachada exterior 1	Fachada	678.35	0.50	Estimadas
Fachada exterior 3	Fachada	680.67	0.50	Estimadas
Fachada exterior 2	Fachada	155.4	0.50	Estimadas
Fachada exterior 4	Fachada	284.54	0.50	Estimadas
Tabique cuarto seco humedo 1	Partición Interior	54.62	1.84	Conocidas
Tabique cuarto seco humedo 2	Partición Interior	32.51	1.84	Conocidas
Tabique cuarto seco humedo 3	Partición Interior	54.62	1.84	Conocidas
Tabique cuarto seco humedo 4	Partición Interior	32.51	1.84	Conocidas
Tabique cuarto seco 1	Partición Interior	373.3	1.94	Conocidas
Tabique cuarto seco 2	Partición Interior	88.46	1.94	Conocidas
Tabique cuarto seco 3	Partición Interior	226.95	1.94	Conocidas
Tabique cuarto seco 4	Partición Interior	158.87	1.94	Conocidas
Forjado suelo	Partición Interior	695.87	2.62	Conocidas
Forjado fachada	Partición Interior	2926.65	2.62	Conocidas
Cubierta inclinada chapa	Cubierta	182.98	0.52	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Puerta principal	Hueco	16	3.09	0.57	Conocido	Conocido
Puerta secundaria	Hueco	2.80	3.09	0.57	Conocido	Conocido
Ventana metal F1	Hueco	153.44	3.09	0.57	Conocido	Conocido
Ventana metal F4	Hueco	12.96	3.09	0.57	Conocido	Conocido
Ventana metal F3	Hueco	123.12	3.09	0.57	Conocido	Conocido
Ventana madera	Hueco	29.16	5.33	0.65	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera vitoplex 300_1	Caldera Baja Temperatura		102.0	Gas Natural	Conocido
Caldera vitoplex 300_2	Caldera Baja Temperatura		102.0	Gas Natural	Conocido
Caldera compact gas_1	Caldera Estándar		102.0	Gas Natural	Conocido
Caldera compact gas_2	Caldera Estándar		102.0	Gas Natural	Conocido
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Planta enfriadora_1	Maquina frigorífica		102.0	Electricidad	Conocido
Planta enfriadora_2	Maquina frigorífica		102.0	Electricidad	Conocido
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	4675.31
---	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera CS (ficticia)	Caldera Estándar		54.0	Gas Natural	Conocido
TOTALES	ACS				

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Bomba AF PB	Bomba de caudal constante	Refrigeración	29060.30
Bomba AF P1	Bomba de caudal constante	Refrigeración	18193.80
Bomba AC	Bomba de caudal constante	Calefacción	1911.15
TOTALES			49165.25

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
P01E01	2.50	2.50	100.00	Conocido
P02E01	2.50	2.50	100.00	Conocido
P02E02	12.50	2.50	500.00	Conocido
P02E03	12.50	2.50	500.00	Conocido
P02E04	25.00	2.50	1000.00	Conocido
P02E05	12.50	2.50	500.00	Conocido
P02E06	2.50	2.50	100.00	Conocido
P02E07	2.64	2.64	100.00	Conocido
P02E08	2.50	2.50	100.00	Conocido
P02E09	2.50	2.50	100.00	Conocido
P02E10	2.50	2.50	100.00	Conocido
P03E01	2.50	2.50	100.00	Conocido
P03E02	12.50	2.50	500.00	Conocido
P03E03	12.20	2.44	500.00	Conocido
P03E04	12.50	2.50	500.00	Conocido
P03E05	2.50	2.50	100.00	Conocido
P04E01	12.50	2.50	500.00	Conocido
P04E02	2.50	2.50	100.00	Conocido
P05E01	2.50	2.50	100.00	Conocido
P05E02	2.50	2.50	100.00	Conocido
TOTALES	10.59			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	7031.4	Intensidad Media - 24h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	Intensidad Media - 24h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 23.6A</div><div>23.6-38.4B</div><div>38.4-59.1C</div><div>59.1-76.8D</div><div>76.8-94.5E</div><div>94.5-118.2F</div><div>≥ 118.2G</div></div>	<div>58.3C</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	G	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	G		
		21.35		6.33			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	B	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	B
				4.93		23.41	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	30.66	215575.74
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	27.68	194660.23

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 136.5 A</div><div>136.5-221.1 B</div><div>221.8-341.3 C</div><div>341.3-443.6 D</div><div>443.6-546.0 E</div><div>546.0-682.5 F</div><div>≥ 682.5 G</div></div> <div></div> <div>311.7 C</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	G	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	F
		100.84		29.89	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	B	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	B
		29.10		138.22	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

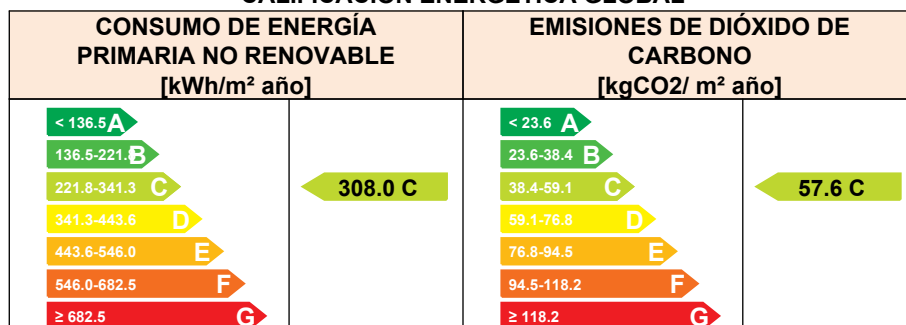
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 3.2A</div><div>3.2-5.2B</div><div>5.2-8.0C</div><div>8.0-10.4D</div><div>10.4-12.8E</div><div>12.8-16.0F</div><div>≥ 16.0G</div></div>	<div>86.4G</div>	<div><div>< 21.0A</div><div>21.0-34.1B</div><div>34.1-52.4C</div><div>52.4-68.1D</div><div>68.1-83.9E</div><div>83.9-104.8F</div><div>≥ 104.8G</div></div>	<div>15.2A</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

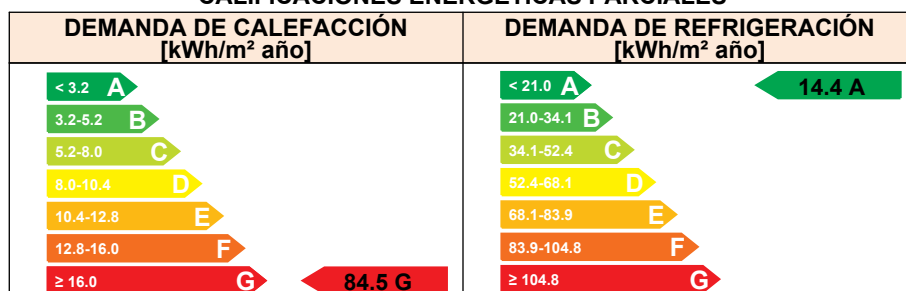
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sustitución de ventanas

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	82.87	2.2%	14.14	5.1%	25.12	0.0%	70.74	0.0%	199.86	1.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	98.62	G 2.2%	27.63	B 5.1%	29.89	F 0.0%	138.2 2	B 0.0%	308.0 2	C 1.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	20.88	G 2.2%	4.68	B 5.1%	6.33	G 0.0%	23.41	B 0.0%	57.62	C 1.2%
Demanda [kWh/m² año]	84.53	G 2.2%	14.42	A 5.1%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

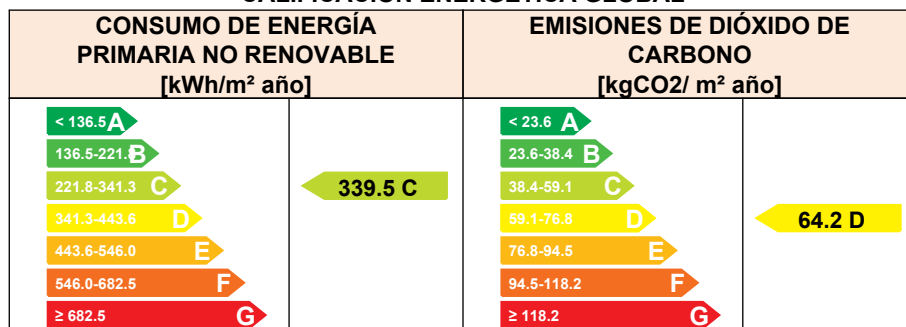
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

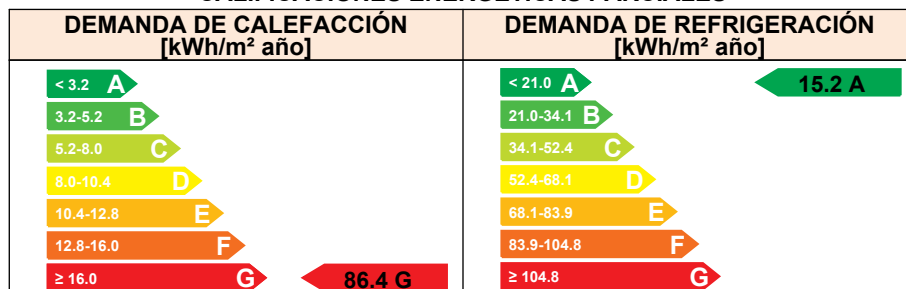
-

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	108.05	-27.5%	14.89	0.0%	25.12	0.0%	70.74	0.0%	225.79	-11.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	128.5 7	G -27.5%	29.10 B	0.0%	29.89 F	0.0%	138.2 2	B 0.0%	339.4 5	C -8.9%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	27.23	G -27.5%	4.93 B	0.0%	6.33 G	0.0%	23.41 B	0.0%	64.22 D	-10.1%
Demanda [kWh/m² año]	86.44	G 0.0%	15.19 A	0.0%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	11/06/2021
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
